

Automação no abastecimento de água: Uma ferramenta para redução de perdas e melhoria nas condições de trabalho

Flavio Trojan (SANEPAR/CEFET-PR) flaviot@sanepar.com.br

João Luiz Kovaleski (CEFET-PR) kovaleski@pg.cefetpr.br

Resumo

Este artigo trata da aplicação do conceito de sistemas de automação na produção e distribuição de produto em sistemas de abastecimento de água, no segmento saneamento básico. No segmento de saneamento básico a supervisão é importante e perdas do produto podem resultar em impacto significativamente negativo para as receitas e para o meio ambiente. Isto demanda um esforço maior em construir e manter um sistema de automação da produção e distribuição do produto. A metodologia de pesquisa adotada foi o estudo de caso em uma empresa de saneamento básico, buscando trazer através da pesquisa resultados na redução dos índices de perdas de água e analisar a melhoria nas condições de trabalho de operadores do sistema. Indica alguns resultados importantes alcançados como: a redução da pressão média nas tubulações transportadoras, a rapidez e qualidade nos reparos dessas tubulações, formação de uma base de informações para a criação de programas para novas instalações e para melhorias no sistema, citados na literatura como essenciais para o controle do índice de perdas e a qualificação do trabalho. As conclusões permitem perceber que a estrutura desses sistemas provê maior controle sobre índices de perdas e sobre a manutenção do sistema.

Palavras-chave: Automação, Saneamento básico, Qualificação do trabalho.

1. Introdução

Dentre todos os recursos naturais, o mais importante para o bem-estar da humanidade é a água. Durante milênios, constituiu-se em patrimônio inteiramente livre de que os habitantes da Terra se serviam despreocupadamente.

Com o progresso, surgiram os agrupamentos urbanos, cujas múltiplas atividades exigiam, a cada dia, uma maior quantidade de água. Além de ser um bem indispensável para a vida humana, a água é também matéria-prima industrial, tornando-se cada vez mais escassa.

Na ocorrência destes fatos, o administrador público moderno enfrenta duas classes de problemas no que se relaciona ao uso da água: nos países subdesenvolvidos, providenciar a correta destinação dos recursos hídricos em proveito das perspectivas populacionais; nos países desenvolvidos, a educação das pessoas para a preservação desses recursos naturais.

Sendo assim, a automação de sistemas pode contribuir, significativamente, para um melhor aproveitamento de vários recursos naturais, seja no simples controle da iluminação de um ambiente ou no controle operacional de um sistema de abastecimento de água de uma cidade.

Silveira (1998), descreve automação como sendo um conceito e um conjunto de técnicas por meio das quais se constroem sistemas ativos capazes de atuar com uma eficiência ótima pelo uso de informações recebidas do meio sobre o qual atuam. Com base nas informações, o sistema calcula a ação corretiva mais apropriada para a execução da ação e esta é a característica de sistemas em malha fechada, conhecidos como sistemas de realimentação. Para tanto, são utilizados controladores que, por meio da execução algorítmica de um programa ou circuito eletrônico, comparam o valor atual com o valor desejado, efetuando o

cálculo para ajuste e correção. O valor desejado também é conhecido na literatura inglesa como *setpoint*.

Com os avanços da eletrônica e da informática, há uma profusão de equipamentos e aplicativos dedicados à automação. Se por um lado isto favorece a implantação de sistemas, pois há uma redução dos custos, devido à grande oferta, por outro torna necessário um maior cuidado na especificação desses equipamentos e, mais importante, na integração dos sistemas entre si.

Mário Filho (2001), explica que o conceito de automação em sistemas de abastecimento de água assemelha-se muito ao que acontece no setor elétrico. Da mesma forma que esse segmento pode ser dividido em geração, transmissão e distribuição de energia, o setor de saneamento possui a produção de água, transporte para os reservatórios e distribuição aos consumidores.

A automação em saneamento ainda é pontual. Isso é reflexo da falta de recursos das companhias de saneamento, majoritariamente estatais.

SNIS (2002) aponta que, no Brasil, em 5.561 municípios amostrados, 75,3% são servidos por sistemas de abastecimento de água. A prestação dos serviços de saneamento está centralizada em 25 concessionárias estaduais e sociedades de economia mista, o restante dos municípios são atendidos por empresas municipais autônomas. Cerca de 94,3% da população é atendida pelo abastecimento de água. A taxa de crescimento de novas ligações de água e de esgotos em 2002 foi de 8,4% e 15,9%, respectivamente. O consumo per capita de água no país varia entre 67 e 192 litros/habitante/dia.

Outro entrave enfrentado para a adoção da automação nesse segmento é o aspecto geográfico que influencia os meios de comunicação. Geralmente as unidades de monitoração e controle remotos estão instaladas em locais que não possuem infra-estrutura de telecomunicação ou energia elétrica, implicando até o aproveitamento de estruturas alternativas.

Os principais atrativos para se justificar o investimento em automação residem na melhoria da qualidade do tratamento de água através do monitoramento e controle em tempo real, redução de custos operacionais através do gerenciamento de energia elétrica consumida e controle de perdas físicas no sistema. Existe uma perda muito grande de água em vazamentos, ligações clandestinas, mau estado de hidrômetros, que pesa no índice de atuação de uma companhia de saneamento. Quanto mais a companhia puder elevar o índice de aproveitamento, será melhor, porque diminui o custo da produção.

Lambert (1999) apresenta um modelo conceitual do índice de vazamentos na infra-estrutura de um sistema de abastecimento (IVIN), onde aborda que para se ter um potencial de recuperação do índice de perdas de água no sistema necessita-se atuar em controle de pressão das tubulações de distribuição, rapidez e qualidade nos reparos em tubulações que apresentaram vazamentos e a criação de programas de escolha, instalação, manutenção e melhoria da qualidade das tubulações.

Mário Filho (2001) ressalta, ainda, que a automação em saneamento soluciona também uma série de dificuldades operacionais, como manter operadores nas unidades de tratamento, ligando e desligando bombas. Por comandos realizados principalmente por telemetria, várias unidades podem ser assistidas a partir de um centro de controle operacional com funções de operação, otimização e planejamento (menor custo, maior segurança).

Aquelas atividades tidas como puramente operacionais precisam se tornar mais qualificadas, oportunizando a operadores a se aperfeiçoarem nas técnicas de operação, planejamento e controle da produção.

Com o controle maior experiência do trabalho neste contexto as empresas tornam-se gradativamente gestoras de conhecimento técnico e especializado decorrente de relações de trabalho qualificado.

A necessidade de sistemas de controle de processos mais sofisticados para as plantas de tratamento e distribuição de água torna-se uma realidade. Do ponto de vista da supervisão, o acesso remoto via *Internet*, em processos industriais, vêm emergindo, dada à vasta abrangência e demais facilidades oferecidas pela rede mundial. Seguindo essa tendência, destacam-se novos barramentos industriais, como o *Foundation Fieldbus*, idealizado para processos contínuos distribuídos, e *Softwares* de supervisão e controle com recursos para *Web*.

Em localidades em que a geografia se mostra bastante acidentada, um sistema de automação torna-se primordial, com necessidade de um controle mais eficiente, procurando evitar o rompimento de tubulações nos pontos mais baixos e, por outro lado, procurando manter o mínimo de condições de abastecimento nos pontos críticos ou mais elevados geograficamente.

O objetivo deste trabalho de pesquisa é verificar as contribuições da automação aplicada a sistemas de abastecimento de água urbanos. Com base na literatura apresentada fazer uma análise e discussão dos resultados encontrados no estudo de caso apresentado a seguir.

2. Metodologia

A pesquisa foi elaborada pelo estudo de caso da Companhia de Saneamento do Paraná, atuante na cidade de Ponta Grossa na prestação de serviços em saneamento básico. Com análise e discussão da variação de seu indicador de perdas de água no sistema de abastecimento dos anos 1998 a 2003, que compreende um período anterior e posterior a implantação da automação no sistema, que se deu em 2001, e com a detecção da melhoria de outros fatores operacionais relacionados ao trabalho no processo produtivo e distributivo no abastecimento de água.

O estudo consistiu em pesquisa documental extraída de fontes primárias: relatórios, documentos públicos, pesquisa bibliográfica e de fontes secundárias extraídas de publicações em revistas.

3. Estudo de caso

O município de Ponta Grossa contabiliza uma população de aproximadamente 280 mil habitantes (IBGE, 2000). A Companhia de Saneamento abastece na cidade cerca de 75 mil ligações de água, distribuídas numa extensão territorial de 2.064 km². Tem um consumo médio de água em torno de um milhão de m³/mês, ou seja, aproximadamente 120 litros/habitante/dia e um consumo médio de energia elétrica de 0,8 KWH/m³ por mês. (SANEPAR, 2003).

Com um investimento de aproximadamente US\$860 mil, implantou-se uma primeira etapa da automação no sistema de abastecimento, abrangendo válvulas de controle automáticas em tubulações de grande porte, sensores de medição de pressão e vazão nos principais pontos críticos do sistema e um sistema de supervisão por *software*. Assim pôde-se monitorar toda a cidade.

A automação foi elaborada com vistas a atender as características hidráulicas do município, monitorando e atuando conforme os pontos mais críticos do sistema. A supervisão é feita por *software*, onde são gerados alertas de anormalidades e também tomadas decisões para a atuação, visando a equilibrar o sistema.

A estrutura da automação se baseia num sistema distribuído, em hierarquia, onde Controladores Programáveis (dispositivos capazes de desencadear ações segundo uma programação) estão interligados entre si, com comunicação através de *modem's*, conectados por linhas privadas de telefonia. No ponto crítico de cada área de abastecimento automatizada, está instalado um controlador programável, que faz a aquisição dos dados de pressão, vazão ou nível de reservatórios, transmitindo-os para o controlador da área superior ou “mestre” (área imediatamente mais próxima ao centro de supervisão), o qual desencadeia uma ação de abertura ou fechamento, se estiver controlando uma válvula, por exemplo.

Cada área opera de maneira autônoma, sendo que, ao ocorrer qualquer problema na supervisão, as áreas continuarão operando sem prejuízo, até que o sistema volte ao normal.

Desta maneira se constitui a malha de integração hierárquica do sistema, sendo o ponto alto da hierarquia, o centro de supervisão. A supervisão é composta por uma estação *SCADA* (*Supervisory Control and Data Acquisition*), onde são gerenciados todos os pontos da automação, com geração de alarmes, relatórios e gráficos de acompanhamento, e algumas estações *Client's*, que fornecem subsídios para os setores de engenharia, manutenção e gerência administrativa da empresa e também filtram a informação conforme a necessidade de cada setor.

Todas as companhias que atuam no setor de serviços em saneamento básico, monitoram a variação de um indicador estratégico para o ramo: o índice de perdas físicas.

Tem-se neste indicador o reflexo da eficiência na detecção de problemas inerentes à operação, quais sejam: identificação de vazamentos em tubulações e a rápida manutenção nessas tubulações, análise da Micromedição (somatória dos consumos dos habitantes) para a detecção de problemas relacionados com o mal estado dos hidrômetros (medidores de vazão de consumo) e ocorrência de ligações clandestinas e fraudes na rede pública de abastecimento.

As perdas físicas em sistemas de abastecimento de água são calculadas pela relação percentual entre dos volumes de captação (Volume Aduzido), volume de distribuição (Volume Produzido ou Distribuído) e ainda com o volume de medição (Volume Micromedido).

- Volume Aduzido: é o volume em m^3 de água correspondente a toda água captada pelas empresas de saneamento, oriundo de rios ou grandes reservatórios naturais, como barragens, realizado através de sucção ou gravidade com destino final nas estações de tratamento de água onde serão adicionados produtos químicos para o devido tratamento da água tornado-a potável. Pode-se quantificar esse volume com equipamentos medidores de grandes vazões, chamados macromedidores.
- Volume Produzido ou Distribuído: trata-se do volume em m^3 da água distribuída à população por uma rede de tubulações transportadoras de água, após seu tratamento nas ETA's (Estações de Tratamento de Água). Esse volume pode ser quantificado também através de equipamentos medidores de grandes vazões, instalados nas saídas das Estações de Tratamento.
- Volume Micromedido: compreende a somatória dos volumes registrados em hidrômetros (medidores de pequenas vazões) instalados na entrada de residências para medir o consumo individual dos moradores de uma cidade.

4. Apresentação e discussão dos resultados

Num período anterior a três anos da implantação da automação no sistema de abastecimento de água do estudo citado, o indicador de perdas físicas acumulado em 12 meses apresentava uma variação média de aproximadamente 3,5%. Visto que constantemente empregavam-se ações, como, pesquisa de vazamentos em toda a área urbana do município que, além de apresentar um custo elevado, não alcançavam 100% dos resultados esperados.

A figura 1 demonstra que logo após a implantação do sistema em 2001, pôde-se perceber uma recuperação significativa no indicador e, o mais importante, permanecendo em queda, na média 7,5%, fato que não ocorria nos anos anteriores.

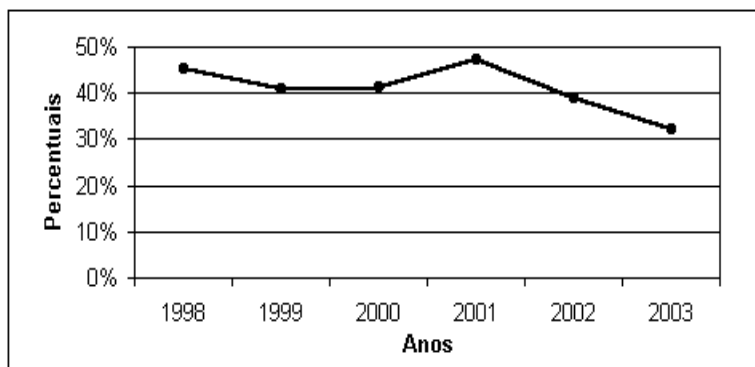


Figura 1 – Variação do índice de Perdas no Sistema Distribuidor (PSD12) - 1998-2003

O índice de perdas, percentual acumulado em um ano (PSD12), apresentou após a implantação da automação, uma redução de 47,29% em 2001, para 38,91% em 2002, mantendo-se em declínio no ano seguinte até alcançar 32,23% em 2003. Para comparação a média desse índice no Estado do Paraná, gira em torno de 39%.

Em dois anos, o índice apresentou um declínio de 15,06%, que representou o mais significativo declínio deste indicador em um pequeno espaço de tempo na história da empresa na cidade. Verificou-se que, após a implantação do sistema de automação, resolveram-se alguns dos principais pontos abordados por Lambert em seu modelo conceitual do índice de vazamentos na infra-estrutura de um sistema de abastecimento (IVIN):

- Controle de pressão nas tubulações de distribuição: a automação do sistema é composta por vários equipamentos de controle, monitoramento e comunicação. Entre eles estão as válvulas autocontroladas. Nestas válvulas tem-se um controle efetivo da pressão mínima que se deve operar nas tubulações transportadoras de água de determinadas regiões, conforme estudo das demandas de consumo e geografia dessas regiões. Ao passo que as pressões tendem a aumentar nos pontos críticos (*setpoint* do controle das válvulas), essas “válvulas inteligentes”, imediatamente restringem-se, baseadas em uma lógica de programação pré-estabelecida em controladores programáveis, procurando manter o equilíbrio.
- Rapidez e qualidade nos reparos em tubulações que apresentaram vazamentos: o sistema de abastecimento, sendo monitorado em sua distribuição, tanto por transmissores de pressão (PT – *Pressure Transmission*) quanto por transmissores de vazão (FT – *Flow Transmission*) pode, no momento em que ocorrer uma anormalidade no sistema, gerar no *software* de supervisão um alarme indicando a região em que a anormalidade está instalada, facilitando a rapidez no reparo de tubulações se for caracterizado um vazamento.

- Programas de escolha, instalação, manutenção e melhoria da qualidade das tubulações: na atividade industrial, onde a automação de processos mostra-se uma realidade pura, percebe-se que ela traz subsídios para a Tecnologia da Informação dentro do seu contexto, sendo a base para novos investimentos e novos projetos de melhoria dos processos.

Não é diferente para o setor de saneamento que precisa estar planejando seus investimentos e inserindo novas técnicas de controle e melhoria da qualidade da água e dos materiais que a transportam. A supervisão, que é uma parte integrante da automação do sistema, é fonte de dados para a Gestão da Produção nessas empresas.

A qualificação do trabalho técnico envolvido no sistema elevou-se trazendo maior qualidade também na execução das tarefas, que até então eram demoradas e inseguras, pois um operador precisava a altas horas da madrugada se deslocar de um ponto a outro da cidade para coletar o valor de níveis de reservatórios, por exemplo. Depois da implantação do sistema isto se tornou automático e o operador passou a ser gestor do sistema.

Fazendo uma análise mais detalhada do índice de perdas no sistema de abastecimento de água do caso estudado, percebe-se uma característica sazonal. No período de verão, por exemplo, destaca-se um maior consumo de água pela população e uma diminuição na pressão média das tubulações, diminuindo também a ocorrência de vazamentos ou na vazão que escapa pelas tubulações rompidas. No inverno, ocorre o inverso, aumentando assim a pressão média das tubulações e conseqüentemente tem-se uma maior probabilidade de ocorrência de novos vazamentos e aumento da vazão perdida nos vazamentos existentes e, conseqüentemente, aumento do índice perdas.

Na ocorrência de vazamentos em tubulações de diâmetros maiores que 150mm, estes são mais visíveis e de fácil detecção, portanto tem-se maior eficiência na manutenção dessas tubulações. Já na ocorrência de pequenos vazamentos em tubulações de menor porte e principalmente localizadas próximas a córregos, riachos ou galerias de águas pluviais, tem-se uma situação crítica, pois o vazamento ou conjunto de pequenos vazamentos não se apresenta mais tão visível ou de fácil localização, podendo permanecer ali por meses ou anos, até a sua detecção e conserto.

Também no setor de manutenção, o trabalho passou a ser gerenciado de maneira mais efetiva, pois os alarmes gerados pelo sistema apontam para correções ou ajustes finos mais eficientes na manutenção.

Após a implantação de um sistema de automação no abastecimento, percebe-se que o controle tornou-se muito mais refinado. Na supervisão do sistema destinam-se técnicos para analisar o comportamento das redes de distribuição, pois estas estão sendo monitoradas diariamente, fornecendo dados muito mais confiáveis para projetos de melhorias e ainda acionar equipes de manutenção imediatamente após indícios de ocorrências de vazamentos, através de alarmes.

Através de estudos dos consumos característicos de cada região da cidade, monitorados por equipamentos medidores de vazões, delimitou-se curvas de demanda característica para cada uma delas e, através dessas informações, pode-se proporcionar na supervisão limites de referência que, quando ultrapassados, geram alarmes ou alertas, indicando que naquela região está acontecendo alguma anormalidade, podendo ser um vazamento de tubulação ou até um alto consumo para aquele momento, mostrando um novo perfil de consumo para a região.

Assim restringe-se a área de procura por anormalidades e vazamentos, sabendo-se pela diferença entre as vazões características e vazões medidas, até o provável diâmetro das tubulações que podem estar apresentando perda de água por vazamento.

Pôde-se também perceber uma melhora significativa na operação do sistema, como já abordado por Mario Filho, sendo no acionamento automático de motores para transmissão de água entre reservatórios, bem como o acompanhamento das variações nos níveis desses reservatórios, otimizando assim a reservação. As pressões médias nas tubulações diminuem, diminuindo também a possibilidade de vazamentos constantes.

5. Conclusões

Os resultados encontrados demonstram que a automação de um sistema de abastecimento de água permite o controle e a atuação rápida para corrigir distorções que ocorrem naturalmente, como as perdas no abastecimento além de melhorar as condições de trabalho de operadores. A automação de sistemas é uma ferramenta poderosa que auxilia o administrador a Gerenciar a Produção e qualificar sua equipe, além de evitar gastos desnecessários. Além de atender seus clientes, utilizar os recursos naturais de maneira eficiente e com mais qualidade, estará preservando o meio ambiente. No caso do tratamento e distribuição de água, tornou-se imprescindível um controle refinado, pois sendo um bem cada vez mais escasso para a humanidade, precisa ser utilizada de forma racional. No estudo apresentado, o índice de Perdas Físicas decaiu nos últimos anos em decorrência da implantação do sistema de automação, assim como aumentou também o nível de qualificação dos empregados envolvidos

Também na operação do sistema de abastecimento os resultados se apresentam mais eficientes, através da minimização das rotinas de produção e distribuição por controles automáticos e muito mais eficazes.

Obter controle sobre o índice de perdas de água é uma maneira de estar utilizando de forma racional os recursos naturais, sem prejuízo para o meio ambiente.

Referências

BOLTON, W. (1995) – Engenharia de Controle: *tradução Valcere V. Rocha e Silva*, Makron Books, São Paulo, SP.

FILHO, M. (2001) - Automação no saneamento básico: diferentes necessidades para um mesmo objetivo. *Revista Controle & Instrumentação*, ed. 61, São Paulo, SP.

IBGE (2000) – Censo da Cidade de Ponta Grossa, Rio de Janeiro, RJ. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/default.php#>> acesso em 10-abr-2004.

LAMBERT, A., Brown, T.G., Takizawa, M. e Weimer, D. (1999) - *A review of performance indicators for real losses from water supply systems. AQUA*, 48(6), 227-237.

MIRANDA, E.C. (2002) – Indicadores de perdas de água: O que, de fato, eles indicam? *Anais do 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Brasília, BR.

MOREIRA, M.A.. (2002) - Saneamento: Mercado de R\$ 6 bilhões / ano. *Revista Controle & Instrumentação*, ed. 69, São Paulo, SP.

SANEPAR (2003) – Relatórios de Indicadores Estratégicos do Sistema de Informações Sanepar – SIS, Curitiba, PR.

SILVEIRA, P.R. & SANTOS, W.E. (1998) – Automação e Controle Discreto. Érica. São Paulo, p.23.

SNIS (2002) – Sistema Nacional de Informações sobre saneamento. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA: Diagnóstico dos serviços de água e esgotos, 2002. Brasília, DF. Disponível em <http://www.snis.gov.br/diag_2002_ae.htm>.