

Equipamentos e metodologia para o controle e redução de perdas reais em sistemas de abastecimento de água

EQUIPMENTS AND METHODOLOGIES FOR THE CONTROL AND REDUCTION OF REAL LOSSES IN THE WATER SUPPLY SYSTEMS

Nilton Zaniboni⁽¹⁾

Milton Tomoyuki Tsutiya⁽²⁾

⁽¹⁾Mestre em Eng^a Civil pela Escola Politécnica-USP, Pós-graduado em Eng^a de Saneamento Básico-USP e em gestão de projetos PMI pela Fundação Vanzolini, qualificado pela ABENDE como ES-N3-AE-1, trabalha na Sabesp no Depto de Planej. Integrado-MPO.

⁽²⁾Mestrado em Eng^a Civil pela Escola Politécnica da USP (1984) e Doutorado em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da USP (1990). Ocupa o cargo de Professor Doutor na área de saneamento Escola Politécnica da USP, Foi funcionário da Sabesp, de 1976 a 2006.

Endereço: Rua Muritinga, 480, apto 71, Jardim Floresta, Santo André – São Paulo – CEP: 09040-050 - Brasil - Tel: +55 (11) 4249-2517 - Com: +55 (11) 3388-8880 - e-mail: nzaniboni@sabesp.com.br
entrada:4/6/2009 aprovação:14/8/2009

RESUMO

Este trabalho apresenta os principais equipamentos utilizados em detecção acústica e não acústica de vazamentos não visíveis, dentro de suas variáveis, vantagens e desvantagens para cada tipo e possibilidade de aplicação, permitindo aos gestores a escolha dos equipamentos em função de suas necessidades e possibilidades. Também apresenta os princípios físicos que norteiam o funcionamento dos equipamentos, nos estudos do comportamento do som nos vários ambientes envolvidos e na capacidade humana em discernir esses sons. A metodologia para essa atividade é influenciada por esses fatores e seu conhecimento é fundamental para os trabalhos utilizando essa tecnologia. O estudo da VRP e do booster, bem como os procedimentos e padrões para os ramais prediais de ligação de água, podem ser utilizados para o efetivo controle e redução de perdas reais em sistemas de abastecimento de água.

Palavras chave: Perdas reais; equipamentos e metodologias; abastecimento de água.

ABSTRACT

This study presents the main equipments used in the acoustic and non-acoustic leakage detection exploring its variables, advantages and disadvantages for each type and application possibilities, giving to the managers the choice of the equipments considering their necessities and possibilities. It presents the physical principles that direct the equipments working in the studies of sound behavior in the different environments involved, such as the human capacity to identifying these sounds. The methodology for this activity is influenced by these factors and its knowledge is fundamental for the success of the leakage detection works. The RPV and boosters study, such as the procedures and standards to buildings extensions of the water connection, can be used for the effective control and reduction of the real losses in the water supply systems.

Key words: Real losses; equipments and methodologies; water supply.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, têm sido apresentados inúmeros trabalhos sobre perdas de água em sistemas de abastecimento, principalmente focados nos conceitos de controle de pressão, gerenciamento de infraestrutura, bem como, a velocidade e qualidade dos reparos dos vazamentos, mas pouco se tem escrito sobre o controle ativo de vazamentos, fator determinante em qualquer prestadora de serviços de saneamento moderna.

A maior parte das regiões metropolitanas apresenta sistemas de abastecimento de água heterogêneo, com materiais, idades e condições variáveis, nem sempre executadas com planejamento adequado.

Tais condições implicam num constante problema no gerenciamento de seus sistemas, agravado pelo crescimento populacional desordenado, pela ocupação de áreas de mananciais e encostas e pelo aumento das habitações em áreas invadidas, que leva ao aumento dos furtos e fraudes no sistema, bem como colabora

de modo direto com o aumento das perdas reais.

Esses fatores acabam impondo uma sobrecarga aos sistemas fornecedores de água, aumentando a demanda sem o respectivo aumento de oferta, aumentando os custos de tratamento pelo aumento da poluição nos mananciais existentes, levando as prestadoras de serviços de saneamento a optar pela aplicação de rodízios e intermitência no fornecimento de água.

Desse modo, o controle e gerenciamento de perdas ganharam uma importância sem paralelo nos últimos anos, levando à busca, criação e aplicação de novas alternativas e métodos para diminuir essas perdas para um patamar aceitável tanto econômico quanto ambiental.

Ressalta-se que, em nível global, procura-se criar indicadores de perdas confiáveis e aplicáveis em diferentes países, com diferentes condições de sistemas de abastecimento, disponibilidade de mananciais e condições socioeconômicas e culturais, com o Brasil e particularmente o Estado de São Paulo participando ativamente na criação e adoção desses indicadores.

Neste ambiente, o controle ativo dos vazamentos e o efetivo controle de pressões são fatores importantes e que mais evoluíram em termos de tecnologia e procedimentos, cabendo destacar a detecção de vazamentos não visíveis, cujo salto evolutivo ainda não é bem conhecido, até pelo fato do pouco tempo da aplicação das novas metodologias. Outro destaque cabe para as válvulas redutoras de pressão e os boosters, que se tornaram equipamentos importantes diante do quadro atual encontrado na maior parte das regiões metropolitanas.

No campo do gerenciamento da infraestrutura, a metodologia da padronização dos ramais de ligação de água promoveu uma melhora significativa na redução das perdas reais, devido à maior qualidade dos materiais e do treinamento da mão-de-obra.

A detecção de vazamentos não visíveis, o gerenciamento de pressões e a redução dos vazamentos em ramais de ligação de água são fatores fundamentais para o controle e gerenciamento de perdas reais, e tem sido recomendado pela maioria dos autores/entidades.

OBJETIVO

Este trabalho tem os seguintes objetivos:

- Apresentar os principais equipamentos e metodologias no controle de perdas, em suas diferentes configurações e aplicações;
- Avaliar a utilidade e operacionalidade dos vários componentes dos vários tipos de equipamentos e metodologias para o controle e gerenciamento de perdas reais;
- Possibilitar aos gestores das prestadoras de serviços de saneamento o direcionamento de seus recursos em escolhas, tanto em equipamentos quanto de metodologias, que atendam suas reais necessidades.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais e métodos utilizados neste trabalho baseiam-se na divisão dos equipamentos utilizados no controle de perdas nos sistemas de abastecimento em grupos específicos, abrangendo os seguintes itens:

- Detecção de vazamentos por método acústico;
- Tecnologias não acústicas para detecção de vazamentos em sistemas de abastecimento de água;
- Tecnologias especiais para a redução de perdas.

Os equipamentos utilizados em detecção acústica são bastante conhecidos pelos usuários, mas via de regra, não os princípios físicos que os regem. Esse conhecimento é o embasamento da metodologia de detecção acústica e o principal escopo deste trabalho.

A utilização de VRPs no gerenciamento de pressão está consolidada, mas ainda persiste a visão desse equipamento como um eliminador do surgimento de novos vazamentos, que não traduz toda sua potencialidade na redução das magnitudes de perdas pela diminuição das vazões dos vazamentos inerentes. A utilização do boosters ou bombas para controle de perdas via gerenciamento de pressões ainda não é totalmente aceito no meio do saneamento, bem como a melhoria dos padrões de ligações domiciliares, historicamente uma das maiores causas de perdas reais.

Essas informações podem e devem auxiliar de forma consistente a gestão no controle de perdas reais, pois potencializam as escolhas dos gestores que militam nessa área nas várias opções existentes, permitindo aos mesmos optar por aquelas que realmente podem trazer resultados a cada situação particular.

Detecção de vazamentos por método acústico

Para um melhor conhecimento da pesquisa acústica, é imprescindível o conhecimento dos princípios físicos que estão envolvidos no processo. A pesquisa acústica é baseada na capacidade humana em escutar certos níveis de ruídos e interpretá-los como sons diferenciados.

O som é o fenômeno acústico que consiste na propagação de ondas sonoras produzidas por um corpo que vibra em um meio material elástico, portanto, o som é uma oscilação na pressão do ar (ou de outro meio elástico) capaz de ser percebida pelo ouvido humano. O número de oscilações da pressão do ar por unidade de tempo define sua frequência, enquanto que a magnitude da pressão média define a potência e a intensidade sonora. A frequência é expressa em hertz (ou ciclos/segundo) e a pressão em Pascal (ou Newton/m²), enquanto que a potência é a energia emitida pela fonte sonora por unidade de tempo, expressa em joules/s ou Watts (sistema internacional). A intensidade sonora pode ser definida como potência por unidade de área, expressa em Watt/m². Essas escalas para medida de pressão, potência e intensidade das ondas sonoras são escalas lineares.

Quando há um vazamento em uma tubulação que opera com líquidos sob pressão, como é o caso das redes de distribuição de água, um som contínuo, porém de intensidade irregular, é emitido pela abertura existente no tubo.

A água proveniente do vazamento é o elemento gerador desse som, que se propaga não apenas através da água, mas também através dos sólidos. O som, propagado internamente pela água e pelas paredes da tubulação através de ondas longitudinais e transversais, é produzido no exato momento em que a água sai da tubulação (com a pressão existente naquela seção do tubo) para o exterior, que está sob pressão atmosférica.

O som do vazamento é composto por diversos sons diferentes (Figura 1), tais como o som do fluxo de água que passa pela abertura existente, do impacto entre o fluxo de água e o solo que circunda a tubulação, da fricção das partículas de água com as paredes do tubo e, finalmente, o som da vibração produzida no tubo. A este conjunto de sons denomina-se genericamente de "ruído de vazamento".



Figura 1 – Representação esquemática dos sons gerados por um vazamento (Sapporo/Japão, 1994).

Física dos sons

Esse comportamento dos sons dos vazamentos se dá em função dos seguintes fatores:

Física das ondas: o som é resultado das vibrações dos corpos elásticos, quando essas vibrações se verificam em determinados limites de frequências (vibrações sonoras). Tais vibrações se transmitem ao meio que circunda o corpo sonoro (fonte sonora), produzindo compressões e distensões sucessivas (deformações transitórias), que se propagam com velocidade uniforme em todas as direções se a propriedade elástica do meio é igual em todos os seus pontos (meio isótropo).

Como todo movimento material, o som possui certa energia que ao encontrar resistência ao seu deslocamento é restituída ao meio circundante (resistência resultante da viscosidade, obstáculos, por exemplo). A restituição pode acontecer de duas formas, seja a onda passando parte de sua quantidade de movimento para o obstáculo, o qual passa a entrar em vibração; seja transformando parte de sua energia cinética em calor.

Ondas sonoras: a parte da física que estuda o som

denomina-se acústica; nela são descritos os fenômenos relacionados com as oscilações mecânicas (vibrações) que originam as ondas sonoras ocorrentes, bem como a propagação dessas ondas nos sólidos, líquidos e gases.

As ondas sonoras são ondas periódicas; classificadas em audíveis e inaudíveis, dependendo do número de períodos (ciclo completo de uma oscilação de uma onda), que ocorram na unidade de tempo.

Fato importante a ser mencionado é que a onda sonora é uma onda mecânica longitudinal com propagação esférica, difundindo-se em todas as direções a partir do seu ponto de emissão.

A Figura 2 representa, de forma esquemática, a propagação dos sons de um vazamento em variados tipos de materiais existentes. Observar que, quanto mais próximo do ponto de fuga, maior a intensidade percebida.

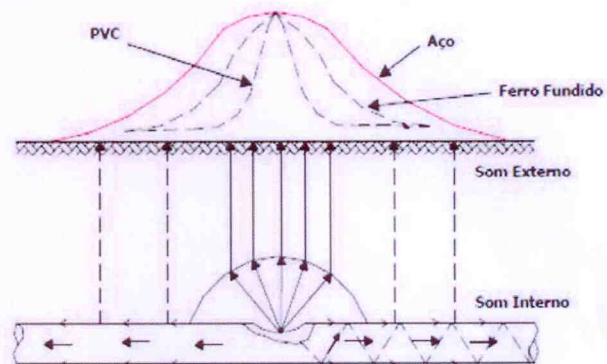


Figura 2 - Propagação de som – pesquisa de vazamentos não visíveis (Sabesp, 2005).

Meios de propagação do som

O som é uma onda mecânica, e por isso não pode se propagar no vácuo. Ou seja, a propagação do som ocorre somente nos meios materiais. No dia a dia é mais comum presenciar o som se propagando no ar, mas nada impede que existam ondas sonoras nos líquidos e nos sólidos. Aliás, o ar não é um bom meio de propagação do som. Apesar de fazer com que o som se desloque a uma velocidade relativamente alta de aproximadamente 340 m/s, os líquidos permitem que as ondas se propaguem de forma mais rápida. Pode-se perceber isso quando se coloca a cabeça dentro da água e ouve-se o ruído do motor de um barco com extrema nitidez. Na água, o som se propaga com uma velocidade de aproximadamente 1450 m/s. Os sólidos também são meios de propagação eficientes. Cabe salientar que nesses meios, além da propagação longitudinal, responsável pela sensação auditiva, existe também um componente transversal de propagação sonora. Nos sólidos, o som se propaga de maneira mais veloz do que nos líquidos. Para se ter uma ideia, a velocidade do som no ferro é de aproximadamente 5130 m/s.

O efeito da compressibilidade (A), (equação 1), ou elasticidade (E), (equação 2), de um corpo é a característica pela qual o mesmo sofre variações de volume sobre a ação de variações da pressão externa.

$$A = \frac{1}{v} \times \frac{dv}{dp} \quad (1)$$

$$E = -v \frac{dv}{dp} \quad (2)$$

onde:

A = compressibilidade em Kgf/cm²;

v = massa específica em kg/m³;

p = pressão em N/m²;

E = elasticidade do material em Pascal.

Nos casos de tubulações que estejam transportando líquidos sob pressão, essa velocidade sofre influência das diferenças das densidades entre o material do tubo e do líquido transportado. Nesses casos, a velocidade de propagação do ruído será calculada pela média dos fatores que estão envolvidos no processo, seguindo a seguinte equação (3)

$$C = E \cdot v \quad (3)$$

onde:

C = velocidade média de propagação do ruído em m/s;

E = elasticidade do material em Pascal;

v = velocidade do som em m/s.

A Figura 3 mostra a relação de velocidades do ruído em função do material do tubo e Tabela 1, a velocidade de propagação e distância de percepção do ruído de vazamento por tipo de tubo.

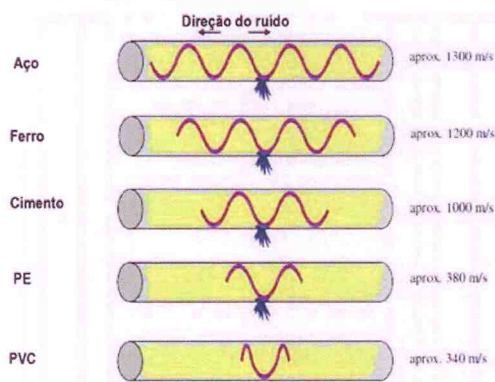


Figura 3 – Relação entre velocidade do ruído e material do tubo (Seba KMT, 2007).

Equipamentos para Detecção Acústica do Ruído de Vazamento

Os equipamentos de pesquisa acústica podem ser divididos em duas categorias:

Tradicionalis – equipamentos conhecidos e já implantados em várias prestadoras de serviços de saneamento;

Avançados – equipamentos ainda não conhecidos pela maior parte dos operadores de sistema de saneamento.

Os tradicionais são os geofones, mecânicos e/ou

Tabela 1 - Velocidade de propagação e distância de percepção do ruído de vazamento por tipo de tubo - sons conduzidos diretamente nos tubos (Sapporo/Japão, 1994).

Tipo de tubo	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Distância de Percepção (m)	Área do orifício do vazamento (mm ²)
Chumbo	13	1130	43 - 58	3,2 - 28
Plástico (PVC)	13	640	29 - 32	3,2 - 28
Ferro fundido	Ponta e bolsa	100	14 - 26	12,3 - 300
	Junta mecânica	100	6 - 12	12,3 - 300
Fibrocimento	100	1110	5 - 11	12,3 - 300

eletrônicos, hastes de escuta, correlacionadores de ruídos e os demais equipamentos auxiliares. Esses equipamentos são bastante versáteis e úteis na redução de perdas reais, mas possuem fatores limitantes, que ficam evidenciados quando utilizados por pessoal não habilitado ou que não conheça as características que interferem nos resultados obtidos com sua utilização.

Tais características são:

- Tamanho do vazamento
- Pressão na tubulação
- Profundidade da tubulação
- Tipo e densidade do solo
- Superfície da terra, como concreto, grama, etc.
- Ruídos ambientes

Nos equipamentos avançados, tais condições são modificadas, pois os mesmos atuam de modo diferente dos tradicionais.

Cabe destacar o registrador de ruídos de vazamentos, que “escuta” a rede em horários pré-determinados, normalmente noturnos e grava os ruídos existentes nas redes. Os vazamentos podem ter intensidades de sons irregulares, mas são constantes, o que os diferencia de outros sons que possam surgir durante o período de escuta dos equipamentos. Partindo desse princípio, através de um software é possível determinar-se a existência de um vazamento na área de influência dos equipamentos (Figura 4)

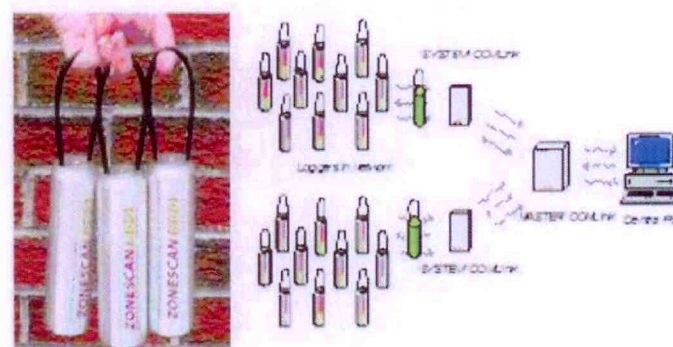


Figura 4 – Esquema do processo de pesquisa utilizando armazenadores de ruído (Sabesp, 2003).

Outros equipamentos que podem ser destacados são: ISahara® Leak Location System (Sahara® Sistema de Locação de vazamentos) foi criado especificadamente para atender a demanda, com foco em tubulações com diâmetro igual ou maior que 250 mm. Uma das suas características é a possibilidade de realizar a pesquisa com as tubulações em carga e com suas pressões normais de serviço.

Seus componentes principais são:

- O Sistema Sahara® é basicamente composto por um conjunto de sensor tipo hidrofone ligado a uma espécie de pára-quadras de arraste, que é inserido na tubulação através de um TAP feito ou existente na tubulação e segue no sentido do fluxo da água, detectando os sinais acústicos gerados pelos vazamentos na parede da tubulação, juntas ou soldas.

É ligado a um cabo umbilical que transmite o sinal recebido para uma unidade de controle, permitindo a análise dos ruídos pelo operador fixo, que consegue escutar os sons detectados através de fones de ouvido. Simultaneamente, um segundo operador vai acompanhando o sensor utilizando um localizador de sinais que são enviados pelo hidrofone e que permite seguir seu avanço no interior da tubulação (Figura 5).

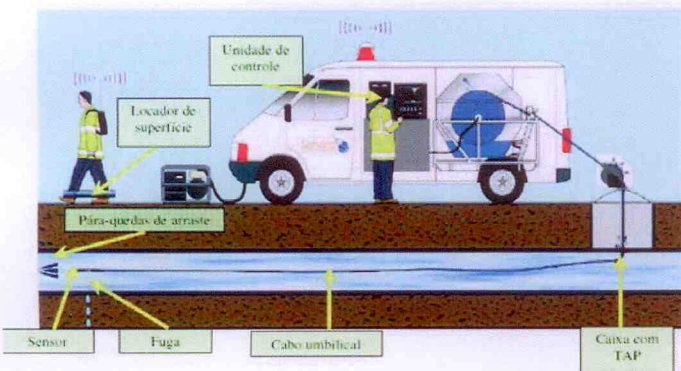


Figura 5 – Esquema do Sistema Sahara® de locação de vazamentos (WRC, 1997).

- Indicador interno de ruídos de vazamentos

Várias outras tecnologias se baseiam no mesmo princípio, ou seja, usam a velocidade da água para o deslocamento de algum tipo de sensor de detecção de vazamentos no interior das tubulações. A título de citação, alguns equipamentos são do tamanho de bolas de tênis e se deslocam ao longo da tubulação, preparados para detectar os possíveis ruídos de vazamentos.

Ao detectar algum ruído suspeito, um sinal é transmitido a sensores estrategicamente colocados ao longo da tubulação a ser pesquisada. Esses dispositivos também podem ser utilizados para análise da qualidade e constituição química da água.

Importante ressaltar que esse tipo de tecnologia, do mesmo modo que outras tecnologias de inserção foram desenvolvidas para detecção de vazamentos em tubulações que transportam petróleo e seus derivados.

Em saneamento esses dispositivos são raramente utilizados, em função da dificuldade de inserção e posterior remoção dos mesmos (Figura 6)



Figura 6 – Indicador interno de ruídos de vazamentos - Smart Ball® (IWA, 2007).

Tecnologias não acústicas para detecção de vazamentos em sistemas de abastecimento de água

Existem outras metodologias para detecção de vazamentos em sistemas de abastecimento de água, mas ainda utilizadas de modo incipiente, por ser de aplicação trabalhosa e dispendiosa ou de ter aplicações limitadas pelas suas próprias características.

Dentre essas tecnologias, a principal refere-se à detecção de vazamentos por análise de gás residual. Esse equipamento consiste de um pequeno espectrômetro de massa, montado em equipamento apropriado, preparado para captar um determinado tipo de gás, que será inserido na tubulação e que irá ser detectado no momento de seu escape para a atmosfera.

A espectrometria de massa é um método para identificar os diferentes átomos que compõe uma substância. Um espectrômetro de massa bombardeia uma substância com elétrons para produzir íons, ou átomos eletricamente carregados. Os íons atravessam um campo magnético que curva suas trajetórias de modos diferentes, dependendo de suas massas.

O campo separa os íons em um padrão chamado espectro de massa. A massa e a carga dos íons podem ser medidas por sua posição no espectro. Os cientistas identificam assim os elementos e isótopos presentes na amostra.

Os gases mais utilizados são:

Gás hélio (gr. Hélios, Sol) é um elemento químico de símbolo He e que possui massa atômica igual a 4 u, apresentando número atômico 2 (2 prótons e 2 nêutrons). À temperatura ambiente, o hélio encontra-se no estado gasoso. Apesar de a sua configuração eletrônica ser 1s², o hélio não figura na tabela periódica dos elementos junto com o hidrogênio no bloco s, está colocado no grupo 18 (8A ou 0) do bloco p, já que apresenta nível de energia completo, apresentando as propriedades de um gás nobre, ou seja, é inerte (não reage) como os demais elementos.

O hélio é mais leve que o ar, isto é, a densidade do hélio é menor que a densidade do ar, diferenciando-se do hidrogênio por não ser inflamável, entretanto, apresenta poder ascensional 8% menor. Por este motivo, e por ser um gás inerte, é muito adequado à detecção de vazamentos em redes de distribuição de água.

Gás hidrogênio é um elemento químico de símbolo H, número atômico 1 (1 próton PB ou próton PE e 1 elétron PB ou elétron PE) e de massa atômica 1 (1 u). Na temperatura ambiente é um gás diatômico (H₂) inflamável, incolor, inodoro, insípido e insolúvel em água, pertencente ao grupo (ou família) 1 (antiga coluna 1A).

É o elemento químico mais abundante do Universo, existente em grande quantidade nas estrelas no estado de plasma. Aparece também em milhões de substâncias, como por exemplo, na água e nos compostos denominados orgânicos, e é capaz de reagir com a maioria dos elementos. O núcleo do isótopo mais abundante é formado por um único próton e nenhum nêutron.

Reage violentamente com o flúor e cloro, especialmente com o primeiro, com o qual a reação é tão rápida e imprevisível que não se pode controlar. Também é perigosa sua despressurização rápida, já que diferentemente dos outros gases, a sua expansão acima de -40 °C ocorre com aquecimento, podendo inflamar-se.

O hidrogênio é extremamente inflamável no ar (essa probabilidade de se inflamar situa-se entre 4% e 75% por volume de ar). A energia necessária para inflamá-lo é muito pequena e, em algumas condições, pode ocorrer auto-inflamação.

Pode ser utilizado em detecção de vazamentos quando misturado ao gás nitrogênio (Figura 7), formando o gás traçador denominado hidrógeno. A composição utilizada é de 96 % de gás nitrogênio (N₂) e 4 % de gás hidrogênio (H₂), produzindo um composto não inflamável e não tóxico. A mistura é preparada abaixo do limite inferior de explosividade do hidrogênio, que é de uma concentração de 5,7% (norma ISSO 10156). Assim sendo, tendo dentro dos tubos uma concentração de 4%, uma vez o gás liberado no ambiente torna-se impossível superar o nível de concentração que leve ao limite de explosividade.



Figura 7 - Inserção e locação de vazamentos com a utilização de gás hidrógeno (Sabesp 2007).

Tecnologias especiais para a redução de perdas

■ *Válvula Redutora de Pressão*

A Válvula Redutora de Pressão (VRP) é um equipamento mecânico, operado hidráulicamente, com a função de regular a pressão a jusante em área definida de um setor de distribuição de água, com vistas a reduzir a magnitude e o surgimento de vazamentos, bem como manter a integridade das tubulações, atendendo necessidades de pressão e vazão adequadas ao abastecimento.

O controle de pressão através de VRPs possibilita:

- Reduzir a vazão dos vazamentos, e em consequência os custos associados;
- Reduzir a frequência de arrebentamentos de tubulações e consequentes danos que são caros para reparar, minimizando também as interrupções de fornecimento e os perigos causados aos usuários de ruas e estradas;
- Prover um serviço mais constante ao consumidor, pois grandes variações de pressão podem dar ao mesmo a impressão que a companhia tem um serviço mal gerenciado. A alta pressão pode induzir no consumidor expectativas e percepções erradas do que é mais adequado;
- Reduzir os consumos relacionados com a pressão da água, como por exemplo, a rega de jardins
- Prevenir a ocorrência de danos às instalações internas dos usuários até a caixa de água (tubos, registro e bóias).

Uma das características mais marcantes da tecnologia que utiliza VRP é que sua implantação requer, obrigatoriamente, uma área de atuação bem definida na rede de distribuição de água, isolada por registros limítrofes, configurando um subsetor (zona de pressão) ou um Distrito de Medição e Controle (DMC).

Esse subsetor de atuação será a área de controle de pressão e, por conseguinte, a base da gestão operacional e redução de perdas reais.

A instalação típica de uma VRP permite que se tenha um grande conhecimento das vazões nas tubulações à jusante (medições contínuas ou intermitentes), além do gerenciamento de alguns pontos de controle na rede.

Quaisquer alterações que venham a ocorrer na rede de distribuição, pela introdução de um grande consumidor no sistema ou incremento do número ou magnitude dos vazamentos, podem ser rapidamente registradas e equacionadas através de medidas corretivas (consertos de vazamentos, por exemplo) ou ajustes operacionais da VRP como a sua recalibração ou novo ajuste, ou nova calibragem.

Portanto, para que essa capacidade de controle e gestão seja possível, é imprescindível que o subsetor definido pela VRP esteja fechado, garantindo assim os meios de comparação das situações operacionais a serem avaliadas.

■ Controle de pressão com a utilização de booster

A utilização de booster foi considerada como uma solução paliativa, visando atender situações pontuais de abastecimento quando era necessário o aumento da pressão ou da vazão no sistema, causado pelo crescimento da ocupação, pela verticalização ou outros fatores ocorridos em uma determinada área que resultassem em um aumento da demanda de água nos pontos mais elevados dos setores de abastecimento.

Entretanto, é necessária a possibilidade de implantação de soluções alternativas para melhoria do abastecimento, tais como, a setorização de zonas de pressão e a implantação de redes de reforço, antes de se optar pela utilização do booster, devido os inconvenientes dos altos custos de manutenção dos equipamentos e de consumo de energia elétrica.

No entanto, o booster tem sido utilizado para um efetivo controle de pressões e por permitir manter as pressões necessárias nos pontos mais altos, sem elevá-la necessariamente por uma grande extensão, otimizando o equipamento, reduzindo custos, principalmente de energia elétrica e minimizando as perdas.

Isso se explica quando se considera a conformação de alguns sistemas de abastecimento e do relevo da região, onde a primeira opção é pela implantação de sistemas de bombeamento. Esse fato implica na instalação de redes de reforço e se possível, provável ressetorização do setor, visando atender as demandas reprimidas na região abrangida.

A consequência direta dessa opção é o aumento de pressão em tubulações que deverão transpor elevadas distâncias e também superar as diferenças de cotas altimétricas (Figura 8).

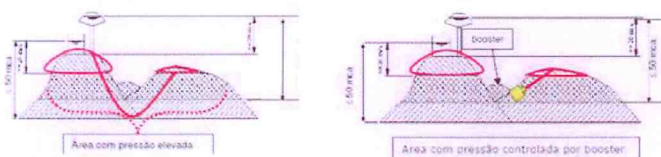


Figura 8 - Esquema de pressões em áreas sem e com booster (Sabesp 2007).

■ Padronização dos ramais de ligação de água

Os ramais prediais constituem a parte estrutural mais frágil do sistema de abastecimento de água, sendo responsáveis por quase 90% dos reparos de vazamentos realizados na rede de distribuição. Na Região Metropolitana de São Paulo são reparados cerca de 220.000 vazamentos em ramais por ano, o que resulta em um índice de 8,1 vazamentos/km.ano, ou 63 vazamentos/1.000 ramais.ano. Como comparação, sistemas bem operados em grandes cidades têm uma relação de ocorrência de vazamentos em ramais da ordem de 1 vazamento/km.ano, ou 5 vazamentos/1.000 ramais.ano (Sabesp, 2008).

Os ramais não só apresentam a maior incidência

de vazamentos no sistema, mas também representam o maior volume de água perdido, especialmente quanto à componente de vazamentos inerentes. Tais vazamentos não são visíveis e não são detectáveis pelos equipamentos de pesquisa e ocorrem principalmente nas juntas e peças que compõem o ramal. Na Figura 50 observa-se a distribuição da frequência de vazamentos num ramal de água padrão.

Visando aprimorar os ramais de água, foram executados estudos e análises, para a realização de um diagnóstico, com as seguintes atividades:

- Análise crítica da documentação existente;
- Análise da situação normativa nacional e internacional;
- Avaliação em laboratório;
- Visitas a campo;
- Levantamento quantitativo das falhas em campo (Pareto).

As principais causas desse problema foram diagnosticadas como sendo:

- Má qualidade dos tubos e peças utilizados;
- Inadequação das ferramentas utilizadas ("capabode", por exemplo);
- Má qualidade na execução do ramal (pedras no solo de reaterro, por exemplo);
- Má qualidade da mão-de-obra empregada;
- Excessivo número de juntas existentes nos ramais;

A falta de padronização dos materiais e procedimentos causou inúmeros problemas na gestão na logística da manutenção, visto que as empresas de saneamento e as prestadoras de serviços contavam com centenas de tipos de materiais disponíveis, inviabilizando a criação de padrões de trabalho e treinamento.

Com base nesse conhecimento, novos materiais e metodologias foram desenvolvidos, permitindo um aumento de eficiência e uma diminuição no número dos serviços de manutenção.

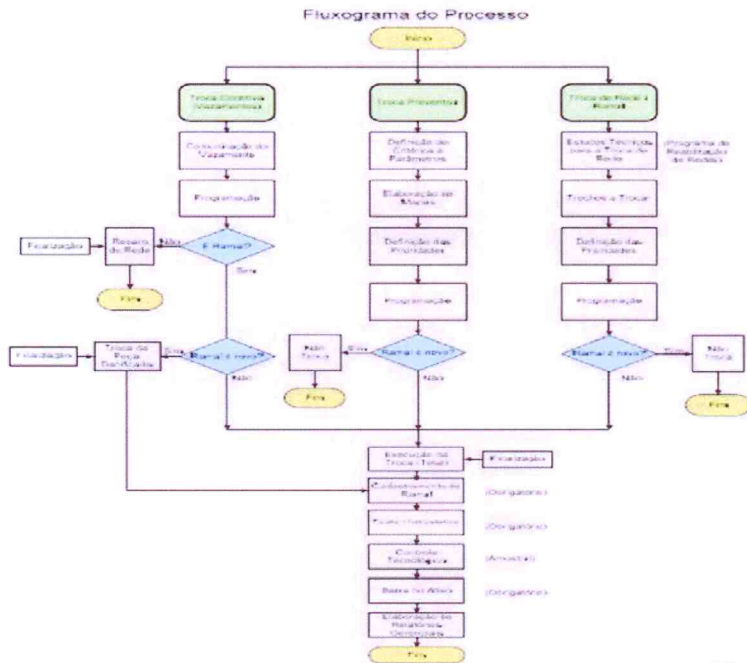
Uma sugestão de processo para o trabalho com ramais prediais é como o que segue (Figura 9, próxima página).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As principais conclusões e recomendações deste trabalho são:

■ O conhecimento dos equipamentos que podem ser utilizados em atividades de gerenciamento no controle de perdas de água em sistemas de abastecimento público permite balizar os gestores na escolha mais adequada à suas reais necessidades.

■ Os equipamentos devem ser criteriosamente avaliados dentro dos objetivos a que se dispõe, quando se propõe realizar um trabalho de redução de perdas reais que apresente resultados a curto, médio e longo prazo. O conhecimento dos equipamentos acústicos de detecção de vazamentos não visíveis, nas suas várias configurações, é de suma importância nessa avaliação



ção. O conhecimento dos princípios físicos que norteiam os mesmos, a capacidade humana em utilizá-los e suas vantagens e desvantagens tornam a avaliação mais precisa e confiável.

■ O sucesso dos trabalhos de detecção de vazamentos é potencializado quando se utiliza a metodologia adequada, pois aumenta o índice de acertos e amplia o campo de atividade dos técnicos, com resultados que impactam na redução dos índices de perdas reais em curto prazo.

■ As tecnologias de detecção de vazamentos por método não acústico, por sua vez, podem e devem ser utilizadas com bastante critério, visto que são de difícil aplicação e apresentam custos elevados, mas são excelentes opções em casos onde a detecção acústica não apresenta os resultados esperados, principalmente em áreas onde existem ruídos excessivos, profundidades de redes acima de 1,5 metros, adutoras com diâmetros maiores do que 400 mm e falta de água ou pressão.

■ O gerenciamento de pressão é um fator primordial para ampliar o controle das perdas nos sistemas de abastecimento, reduzindo a magnitude dos vazamentos inerentes. O conhecimento das potencialidades de VRPs e boosters é de suma importância nesse contexto, pois mantém o ganho obtido com os trabalhos de detecção de vazamentos e levam a uma menor fadiga do sistema, ampliando sua vida útil e reduzindo a necessidade de manutenções corretivas.

■ O gerenciamento da infraestrutura, no tocante à padronização dos ramais de ligação de água, visa atacar um ponto historicamente frágil do sistema, permitindo um ganho na redução de perdas reais. Quando se padroniza, criam-se as condições de treinar, acom-

panhar e tomar atitudes mais imediatas quando do surgimento de eventuais problemas, agilizando a resolução dos mesmos.

■ É necessário que os gestores que atuam no gerenciamento do controle de perdas conheçam com detalhes as ferramentas e metodologias existentes, suas potencialidades e limitações, permitindo com isso adequar e utilizar seus recursos, tanto financeiros quanto humanos, de modo a atender seus propósitos. Esse conhecimento terá como consequência resultados a curto, médio e longo prazos, adequados a sua realidade e capacidade, permitindo o planejamento de suas atividades e colaborando com a melhoria da imagem das prestadoras de serviços de saneamento, aumento de receita, redução de despesas e maior qualidade ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABENDE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSAIOS NÃO-DESTRUTIVOS. *Deteção de Vazamentos Não-Visíveis – Métodos Acústicos*. Apostila do Curso Ministrado no CETRE – Centro de Treinamento da ABENDE. São Paulo, 2005.

INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION – IWA. *Leakage Location and Repair – Guidance Notes*. Março 2007.

SABESP. *Manual de Operação - Armazenadores de Ruídos – A.R.* Apostila para Curso Interno. São Paulo, 2003.

SABESP. *Perdas. Nível técnico-gerencial*. Apostila para Curso Interno. São Paulo, 2005.

SABESP. *Programa de Substituição de Ramais de Água na Metropolitana*. São Paulo, 2008.

SEBA KMT. *Deteção de Vazamentos de Água*. Palestra proferida na Copasa. Nova Lima, 2007.

WATERWORKS BUREAU. *Water Leak Prevention*. Apostila para Curso. Sapporo, Japão, 1994.

WRC. Disponível em: < <http://www.wrcplc.co.uk/default> >. Acesso em 03 maio 2007.

ZANIBONI, Nilton et al. *Análise crítica dos novos procedimentos para deteção de vazamentos não visíveis*. In: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Joinville, 2002. Anais...

ZANIBONI, Nilton et al. *Deteção de Vazamentos Não Visíveis e Novos Indicadores de Perdas no Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo*. Monografia (Curso de Especialização). Faculdade de Saúde Pública, Universidade São Paulo, São Paulo, 2001.

ZANIBONI, Nilton *Equipamentos e Metodologia para o Controle e Redução de Perdas Reais em Sistemas de Abastecimento de Água*. 2009. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Hidráulica e Saneamento) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.