TRÊS SÉCULOS DE EVOLUÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE PESQUISA ACÚSTICA DE VAZAMENTOS

Robson Fontes da Costa [(1)]
Tecnólogo em Obras Hidráulicas pela FATEC/SP, Engenheiro Civil pela Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), Engenheiro Sanitarista pela Faculdade de Saúde Pública de São Paulo (FSP/USP), Engenheiro Projetista de Válvulas Indústrias pela Faculdade de Mecatrônica da Politécnica de São Paulo (POLI/USP), Engenheiro de Segurança do Trabalho (ESTÁCIO) e Mestre em Tecnologias Ambientais pelo Centro Paula Souza (CPS/SP).

Endereço[(1)]**:** ESTÁCIO/SP**:** Rua Promotor Gabriel Nettuzzi Perez, 108 – Santo Amaro - São Paulo - SP - CEP 04743-020 - Brasil - Tel.: +55(11) 4003 6767 - e-mail: robson.costa@estacio.br

RESUMO

A pesquisa de vazamentos remonta provavelmente desde que a humanidade começa a transportar a água para seu abastecimento. Sejam por simples tubulações de bambu na antiga China, a sofisticadas tubulações e aquedutos na era Romana aos dias atuais. O grande desafio são que estes condutos apresentam vazamentos.
Este trabalho irá apresentar através de uma pesquisa bibliográfica e aplicações em campos das diversas técnicas de pesquisa acústica de vazamentos aplicados no mundo.

PALAVRAS-CHAVE: Equipamentos de Pesquisa de Vazamento, Geofones, Correlacionadores de Ruídos de Vazamento.

INTRODUÇÃO

A detecção de vazamento de água é vital para o sucesso dos modernos sistemas de abastecimento de água, e a tecnologia disponível para a realização de tarefas variam de imagens de infravermelho os dispositivos de escuta amplificados. No entanto, nem sempre foi possível detectar vazamentos dessa forma, e os métodos de encontrar vazamentos de água evoluíram ao longo dos séculos, juntamente com os métodos de fornecimento e tratamento da água para usos domésticos. Os métodos atualmente usados para detectar vazamentos incluem:

- Monitoramento de pressão e fluxo
- Inspeções internas de câmeras de circuito fechado
- Ondas de pressão acústica
- Ensaio de tubulação radio métrica de infravermelho
- Radar de penetração no solo
- Detectores de emissão acústica
- Tubos de detecção de vapor
- Detecção de vazamento de fibra óptica
- Métodos de cálculo estatísticos

Figura 1: Aqueduto Romano

O mais antigo sistema de abastecimento de água documentado foi o da Roma antiga, que utilizava um sistema de 13 aquedutos. Os vazamentos eram um problema urgente para Sextus Julius Frontenus, o Comissário Romano da Água no final do primeiro século. Em seu relatório de duas páginas “ De aquaeductu” dado ao imperador na época, Frontenus destacou o problema dos aquedutos de Appia e Old Anio, que se tornaram "vazados em razão da idade" e da água sendo desviada ilegalmente por indivíduos. Naquela época, a única forma de detecção de vazamento de água era examinando os canos suspeitos de serem drenados, porque roubo por homens-água era considerado um crime grave.

Ao longo dos anos, o único método de detectar vazamentos de água foi por inspeção visual. Afloramentos de água são óbvias e fáceis de encontrar, mas as perdas de fundo geralmente começam como vazamentos não visíveis que permanecem indetectáveis até se tornarem grandes o suficiente para chamar a atenção. Tudo isso mudou com a invenção da imagem térmica infravermelha pelo astrônomo William Herschel em 1800, que foi inicialmente usada para fins militares. A imagem infravermelha foi adaptada durante os anos 1950 e 1960 para produzir imagens de linha. Durante a década de 1970, foi usado pela primeira vez para descobrir e combater incêndios em navios, com base em sua capacidade de identificar diferenças de temperatura. A invenção da tecnologia digital possibilitou tirar fotos de uma seção de parede ou teto e depois usar o infravermelho para localizar imagens isotérmicas nas fotografias. Isso permite a identificação de vazamentos de água sem o uso de equipamentos caros e volumosos. Finalmente, inspeções de construção no local para detectar vazamentos eram possíveis.

Com a evolução do cinema e da tecnologia digital, surgiu a capacidade de inserir câmeras de circuito fechado em tubulações e outras áreas para filmar a condição da infraestrutura. As imagens são exibidas em um monitor e gravadas, e a aplicação da tecnologia de infravermelho permite que o espectador detecte a origem e o progresso dos vazamentos de água no local. Essa capacidade, associada a novos desenvolvimentos em tecnologia sem vala, torna possível reparar vazamentos sem a necessidade de escavar em torno da área danificada.

Outro método moderno de detecção de vazamentos de água é através do uso de dispositivos acústicos. Em 1879, o professor AM Mayer inventou o “topofone”, um dispositivo que ajudava o usuário a identificar a fonte de qualquer som. O princípio por trás desses dispositivos foi adaptado para uma série de propósitos diferentes ao longo dos anos. Eles agora são usados para detectar o som da água que escapa o que cria um sinal acústico quando ele passa por furos e rachaduras nas tubulações. Este método baseia-se em ter uma impressão digital acústica de base tomada quando o tubo não está danificado. Outro método de escutar vazamentos é através do uso de um geofone terrestre, que capta e amplifica o som quando posicionado sobre o vazamento.

O Radar de Penetração usa pulsos de radar para visualizar a subsuperfície do solo usando radiação eletromagnética. Quando detecta a presença de água, os dados são produzidos como um perfil, como um mapa mostrando a localização específica da água ou como uma imagem tridimensional.

Enquanto o radar foi inventado na década de 1930, foi originalmente classificado e usado apenas para fins militares. Desde a invenção do radar de penetração no solo na década de 1970, os funcionários municipais ficaram interessados no potencial oferecido pela tecnologia para uso no mapeamento de tubulações e linhas de serviço público nas ruas da cidade.

Desde os dias de Frontenus, a detecção de vazamentos de água percorreu um longo caminho e agora está associada à capacidade de reparar vazamentos identificados com a rapidez e eficiência que são descobertas.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho a apresentar a evolução dos equipamentos de pesquisa acústica de vazamentos que desde a antiguidade até hoje, são utilizados para localização de fugas nas tubulações. A importância de se conhecer esta evolução atrai e fideliza os profissionais que militam nesta tão árdua e secular atividade.

METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia utilizada neste trabalho foi a de pesquisa bibliográfica existente e acompanhamento e utilização das diversas técnicas de pesquisa acústicas atualmente aplicadas nas redes de distribuição de água.

RESULTADOS OBTIDOS

Os fatores mais importantes na detecção de vazamentos assim como sua pronta reparação são a diminuição dos volumes de água perdidos nos sistemas de abastecimento de água. O volume perdido de água representa perdas econômicas e ambientais para todo o mundo, assim os benefícios de campanhas de pesquisa de vazamentos são:

- Beneficiar a saúde pública evitando contaminações;
- Melhoria da Eficiência Operacional dos sistemas de abastecimento;
- Imagem das Companhias de Saneamento;
- Cobrança eficiente do preço da água;
- Redução de danos a terceiros;
- Economia dos mananciais existentes.

Os métodos de detecção de vazamentos estão presentes em uma grande variedade de tecnologias, características e precisão. Porém, e indispensável conhecer o sistema de abastecimento, seus pontos críticos e os locais com maiores recorrências de vazamentos de forma a selecionar o melhor método a ser utilizado.

Um dos primeiros métodos a serem utilizados é a pesquisa visual de qualquer afloramento. O que não significa que o vazamento se encontra neste ponto. Assim podemos dizer que mesmo os vazamentos visíveis não são tão facilmente localizados e reparados.

Qualquer tubulação sujeita a uma vibração, provocada por um vazamento irá produzir uma onda que se propagará dependendo do tipo de material, sua intensidade e frequência, entre outros parâmetros. Desta forma o “escutar” significa ouvir estas vibrações que produzem som, com a utilização ou não de equipamentos, que vão desde uma simples haste de madeira, até os sofisticados correlacionadores de ruídos atuais. Cabe ressaltar que para muitos destes equipamentos e necessário que o operador seja treinado e com experiência, pois há uma ampla gama de falsos ruídos de vazamentos.

Curiosamente, muitos acreditam que podem até localizar vazamentos, e alguns até os localizam pela técnica de radiestesia, onde através de uma simples forquilha localizam escoamento de água. Os mais céticos irão dizer que não passam de espasmos musculares, porém esta técnica ainda que dita popularmente como “mágica” e aplicada até os dias de hoje.

Figura 02 - Ilustração de uma vara adivinhadora em uso na Grã-Bretanha durante o final do século XVIII, de um volume de Thomas Pennant - *Biblioteca Nacional do País de Gales*.

Os primeiros equipamentos a serem utilizados nas pesquisas das tubulações foram as hastes de escuta, que são constituídas de varas a princípio de madeira e atualmente metálicas que com o contato direto com a tubulação propagavam as vibrações captadas. Hoje estes mesmos equipamentos de quase três séculos de uso, ganharam amplificadores eletrônicos, conforme a figura 03.

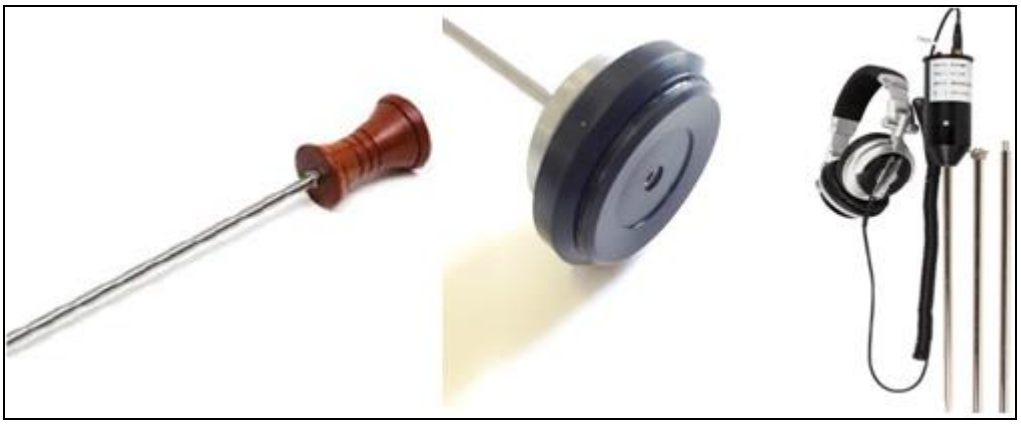

Figura 3: Evolução das Hastes de Escuta

Os geofones surgiram por volta de 1920, sendo equipamentos que a princípio foram desenvolvidos para estudos de movimentos sísmicos e que foram também aproveitados para ouvir sons provenientes de vazamentos. Seu princípio e o mesmo de um estetoscópio médico. Os modelos mais antigos e que também a quase dois séculos são utilizados atualmente amplificam mecanicamente os sons detectados. Hoje, este equipamento conta com amplificadores eletrônicos, gráficos e gravação e som, além de uma combinação de filtros para facilitar a diminuição de ruídos que não sejam do vazamento e da propagação em diversos materiais.

A melhor maneira para se localizar o inimigo nas trincheiras durante a Primeira Guerra Mundial foi utilizar geofones. Confeccionados de um par de discos de madeira, com uma camada de mercúrio entre placas de mica e uma bússola, ligados ao estetoscópio por uma simples mangueira de

borracha. Os soldados conseguiam com este simples equipamento escutar o fraco movimento das tropas inimigas entrincheiradas ou os guizos de metralhadoras.

Figura 4: Ilustração de um Geofone na Primeira Guerra Mundial

A figura 5 apresenta a evolução dos geofones mecânicos para os atuais geofones eletrônicos, com filtros e gráficos.

Figura 5: Evolução dos Geofones

Já os Correlacionadores de Ruídos, são equipamentos mais recentes, desenvolvidos a partir do ano de 2000 este equipamento capta através de dois ou mais sensores que convertem em sinais elétricos as vibrações e as transmitem a uma unidade principal que irá processar estes sinas de transito da velocidade de propagação dos sons, determinando seu ponto de origem. São equipamentos extremamente precisos, porém sua eficácia depende da exatidão dos dados de entrada a ele fornecido. Atualmente os correlacionadores evoluíram para registradores de ruídos que tem a função além de localizar os pontos de vazamentos, acumularem os ruídos constantes, denominados de correlacionadores de múltiplos pontos ou armazenadores de ruídos, conforme a figura 6 apresenta.
Existem também os correlacionadores por hidrofones, onde os sensores são colocados diretamente em contato com a água. Porém esta técnica não é utilizada no Brasil.

Figura 5: Evolução dos Correlacionadores de Ruídos

Atualmente há tecnologia de que combina a sensibilidade da detecção acústica com 100% de cobertura por meio da inspeção in-line do duto. Os sensores são lançados diretamente na tubulação permitindo a sua movimentação na linha, detectando vazamentos pequenos, impossíveis de serem notados por outros meios e recuperado utilizando lançadores de pigs padrão não comprometendo a operação da linha. Por ser inovador ainda está em fase de implantação e sua utilização ainda e muito restrita. A figura 6 apresenta alguns destes equipamentos.

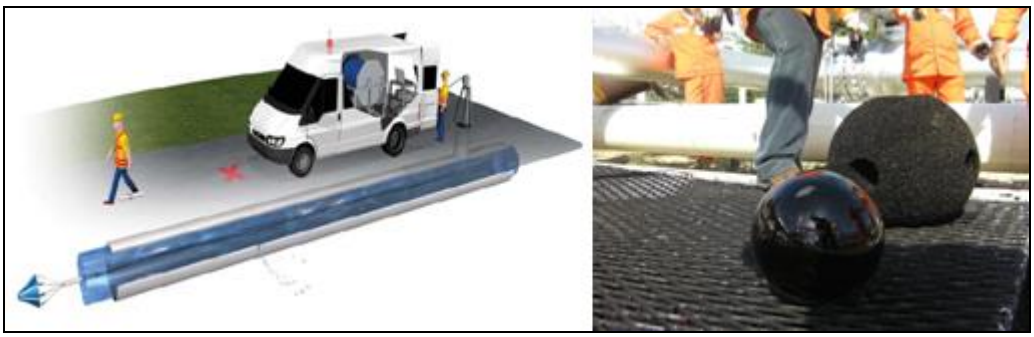

Figura 6: Exemplos de equipamentos de pesquisa in-line

CONCLUSÕES

Assim podemos concluir que os avanços dos equipamentos de pesquisa acústica de vazamentos, atuais no Brasil, estão na vanguarda da tecnologia mundial, sendo sempre esclarecedor e fundamental o conhecimento de todos para a melhor escolha do método de pesquisa a ser adotado. A figura 7 ilustra esta evolução.

Figura 7: Evolução dos Equipamentos de Pesquisa Acústica de Vazamentos

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSAIOS NÃO-DESTRUTIVOS – ABENDE. *Detecção de Vazamentos Não-Visíveis: Métodos Acústicos.* Apostila de Treinamento para Profissionais níveis 1, 2 e 3 (CETRE), São Paulo,2016.

2. COSTA, R. F. Gestão de Controle de Perdas e a Busca da Eficiência Operacional. Revista Hydro. , 2008

3. DIEGO ALBERTO GODOY ESPINOSA. Dessarrolo de um Sistema de Monitoreo Difuso para Detsctar Fugas em um Sistema de Distribución de Líquidos, México 2012

4. STUART HAMILTON AND BAMBOS CHARALAMBOUS, Leak Deyection – Technology and Implementation, London - 2013