

UTILIZAÇÃO DO GEOFONE ELETRÔNICO NA PESQUISA E DETECÇÃO DE VAZAMENTOS: ESTUDO DE CASO

Francisco César Dalmo¹; Augusto Nelson Carvalho de Viana² & Frederico Fábio Mauad³

RESUMO --- A grande perda de água que ocorre nos sistemas de abastecimento público nos dias de hoje, têm levado as companhias de abastecimento público a buscarem novas alternativas para a solução do problema; através do uso de tecnologias, as companhias tentam minimizar o problema de maneira ágil e eficiente reduzindo os custos e proporcionando uma melhoria nos serviços prestados. A identificação de perdas físicas através do detector acústico de vazamento (geofone eletrônico), tem sido de grande utilidade para uma solução rápida dos problemas que as companhias de saneamento enfrentam com relação às perdas em sua distribuição e, principalmente, com os vazamentos não visíveis.

ABSTRACT --- The great loss of water that occurs in the supplying systems nowadays, has taken the supplying companies to search new alternatives for solution of the problem. Through new technologies, the company tries to minimize the problem in a quick and efficient way, reducing the costs and providing an improvement of the quality of the supplied services. The identification of physical losses through the acoustic detector of emptying (electronic geophone), has been of great utility for one of the quick solutions of the problems that the sanitation company face with the losses in its distribution and, mainly, with the not-visible emptyings.

Palavras-chave: geofone eletrônico, perda de água, saneamento.

1) Engenheiro Hídrico, Mestrando em Ciências da Engenharia Ambiental pela EESC/USP. - Av. Trabalhador São Carlense, 400, CEP 13566-590, São Carlos, SP, e-mail: fcdalmo@yahoo.com.br.

2) Professor Associado da Engenharia Hídrica, área de Hidráulica, do Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá, Campus Prof. José Rodrigues Seabra, Av. BPS, 1303, Bairro Pinheirinho, CEP 37500-903, Bloco 8, Itajubá-MG. e-mail: augusto@unifei.edu.br.

3) Professor Doutor do Departamento de Hidráulica e Saneamento, EESC/USP, e-mail: mauadffm@sc.usp.br.

1 – INTRODUÇÃO

Este artigo visa demonstrar a importância do uso de tecnologia de pesquisa acústica através do geofone eletrônico, para minimizar as perdas decorrentes dos sistemas de distribuição de água, diminuindo os gastos com tratamento de água e distribuição e também enfatizar a eficiência do geofone eletrônico na identificação de vazamentos em tubulações enterradas, vazamentos estes muitas vezes não visíveis, possibilitando assim uma manutenção corretiva e preventiva desde a rede de distribuição até os consumidores finais.

Este artigo foi baseado no Trabalho de Diploma realizado no curso de Engenharia Hídrica do Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá, Dalmo (2006).

O estudo de caso foi realizado na Universidade Federal de Itajubá, visando detectar os vazamentos de sua rede de distribuição de água, que apresentava um elevado índice de desperdício, bem como mostrar a eficiência do geofone eletrônico na identificação dos vazamentos.

2 – PERDAS DE ÁGUA

Por definição, pode-se dizer que perdas em sistemas de abastecimento nada mais é que o volume de água na entrada menos o consumo autorizado, sendo assim, pode-se dizer que as perdas em sistemas de abastecimento de água são agrupadas em perdas físicas e ou reais (não consumidas) e perdas não físicas e ou aparentes (consumidas, porém não faturadas), perdas estas que pode determinar o aumento do custo de funcionamento seja na captação, adução, tratamento e distribuição final, fazendo com que ocorra um aumento no custo da receita operacional.

2.1 – Principais Tipos de Perdas de Água

2.1.1 – Perdas Físicas ou Reais da Água

Por definição as perdas reais e ou perdas físicas de água são todas as perdas provenientes de vazamentos e rompimentos (superficiais ou subterrâneos) em redes e ramais ou, ainda, de vazamentos e extravasamentos em reservatórios, ou seja, toda água que não chega aos consumidores (COPASA, 2003).

As perdas físicas ou reais podem ser classificadas em perdas por vazamentos ou perdas operacionais.

- ✓ Perdas por vazamentos – estão relacionadas com o rompimento de adutoras, redes, ramais e conexões e também com relação ao desgaste das tubulações (ferro galvanizado, aço, chumbo, PVC, etc.), e também pela vida útil dos mesmos.

- ✓ Perdas operacionais - são as relacionadas à operação do sistema, tais como: lavagem de filtros, lavagem e descargas de redes, descargas em hidrantes, limpezas e extravasamentos em reservatórios.

2.1.2 – Perdas não Físicas ou Aparentes da Água

As perdas não físicas ou aparentes de água podem ser definidas com sendo as perdas que não são medidas ou que não tenham os seus usos definidos.

As perdas não físicas ou aparentes podem ser classificadas em consumo não autorizado destacando-se as ligações clandestinas e ou irregulares ou mais popularmente chamada de roubo, e também em imprecisões de equipamentos empregados nas micros e macro medições, como também em fraudes nos hidrômetros.

2.2 – Perdas Físicas ou Reais

Em um sistema de abastecimento de água as perdas físicas totais são as perdas de água que ocorrem entre a captação de água bruta e o cavalete do consumidor. Estas incluem as perdas na captação e adução de água bruta; no tratamento; nos reservatórios; nas adutoras, subadutoras de água tratada e instalações de recalque; e nas redes de distribuição e ramais prediais, até o cavalete.

São constituídas pelos vazamentos, visíveis ou não, nas tubulações (recalques, adutoras, subadutoras, redes de distribuição e ramais prediais) e instalações (estação de tratamento, reservatórios e elevatórias); pelas descargas excedentes para limpeza ou esvaziamento de redes e adutoras; pelos extravasamentos em reservatórios; e pelas perdas no tratamento para limpeza de floculadores e decantadores e lavagem de filtros, quando empregados volumes superiores ao estritamente necessário para a correta operação do sistema.

A redução das perdas físicas permite diminuir os custos de operação e manutenção do sistema, e otimizar a utilização das instalações existentes, propiciando o aumento da oferta de água tratada sem que haja expansão do sistema produtor.(PNCDA, DTA – A2 Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água).

2.2.1 – Origem e Magnitude das Perdas Físicas por Subsistemas

As origens e magnitudes das perdas físicas por subsistema podem ser representadas esquematicamente, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Perdas Físicas por Subsistema: Origem e Magnitude (DTA C3, 1999).

	SUBSISTEMA	ORIGEM	MAGNITUDE
FÍSICAS PERDAS	Adução de Água Bruta	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção*	Variável em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Tratamento	Vazamentos estruturais Lavagem de filtros* Descarga de lodo*	Significativa em função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Reservação	Vazamentos estruturais Extravasamentos Limpeza*	Variável em função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Adução de Água Tratada	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção* Descargas	Variável em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Distribuição	Vazamentos na rede Vazamentos em ramais Descargas	Significativa em função do estado das tubulações e principalmente das pressões

Nota: * Considera-se perdido apenas o volume excedente ao necessário para operação.

2.2.2 – Vazamentos

De maneira geral os vazamentos são classificados em dois tipos:

Visíveis: são facilmente notados pela população, que notifica a companhia de saneamento. Portanto, o reparo é normalmente feito em um curto espaço de tempo.

Não-visíveis: estes não afloram à superfície, infiltram-se na terra, formando fluxos internos no solo. Portanto, leva-se um longo tempo para localizá-los e consertá-los, sendo necessárias inspeções especiais através de equipamentos de pesquisa acústica para a sua detecção.

Segundo Padilha e Nilda (2003), nem todos os vazamentos não-visíveis são detectáveis através dos equipamentos de pesquisa atualmente disponíveis. Aquelas vazões muito baixas, que geralmente ocorrem nas juntas e nos estágios iniciais dos processos de corrosão, representam o que se denomina "vazamentos inerentes" do sistema de distribuição de água. O diagrama apresentado na Figura 1 resume a classificação anteriormente colocada.



Figura 1 – Fluxograma da classificação dos vazamentos (PADILHA e NILDA, 2003).

As Figuras 2 e 3 ilustram os pontos onde geralmente ocorrem vazamentos nas redes e nos ramais prediais, respectivamente.

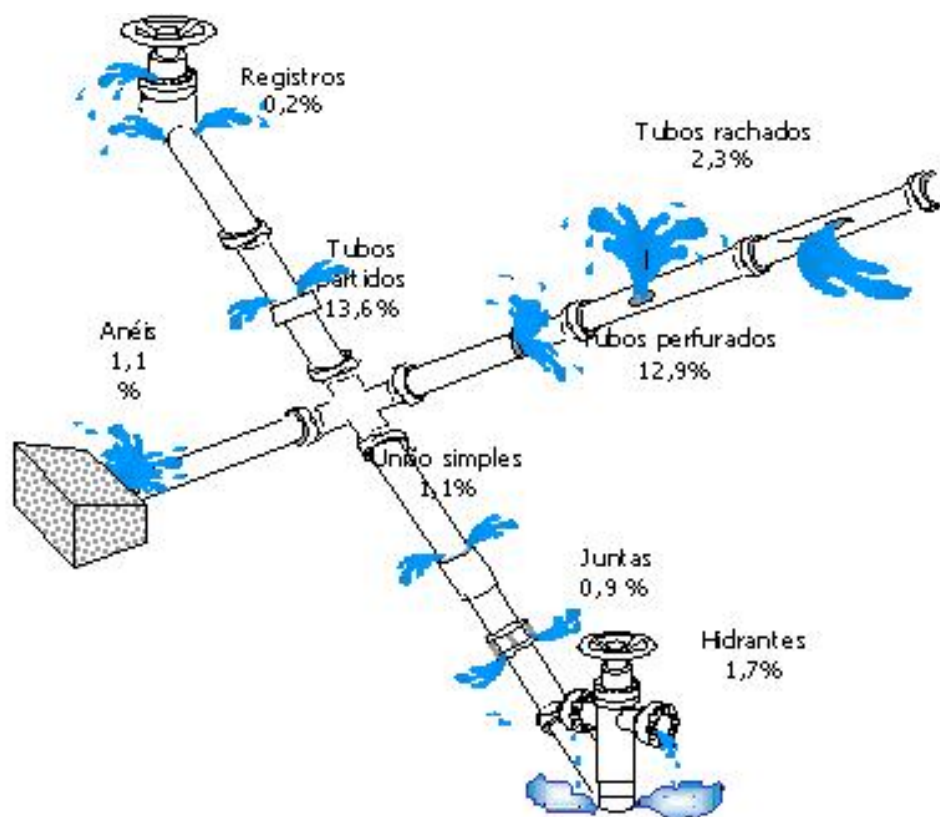


Figura 2 – Pontos Frequentes de Vazamentos em Redes de Distribuição (SANASA, 1998).

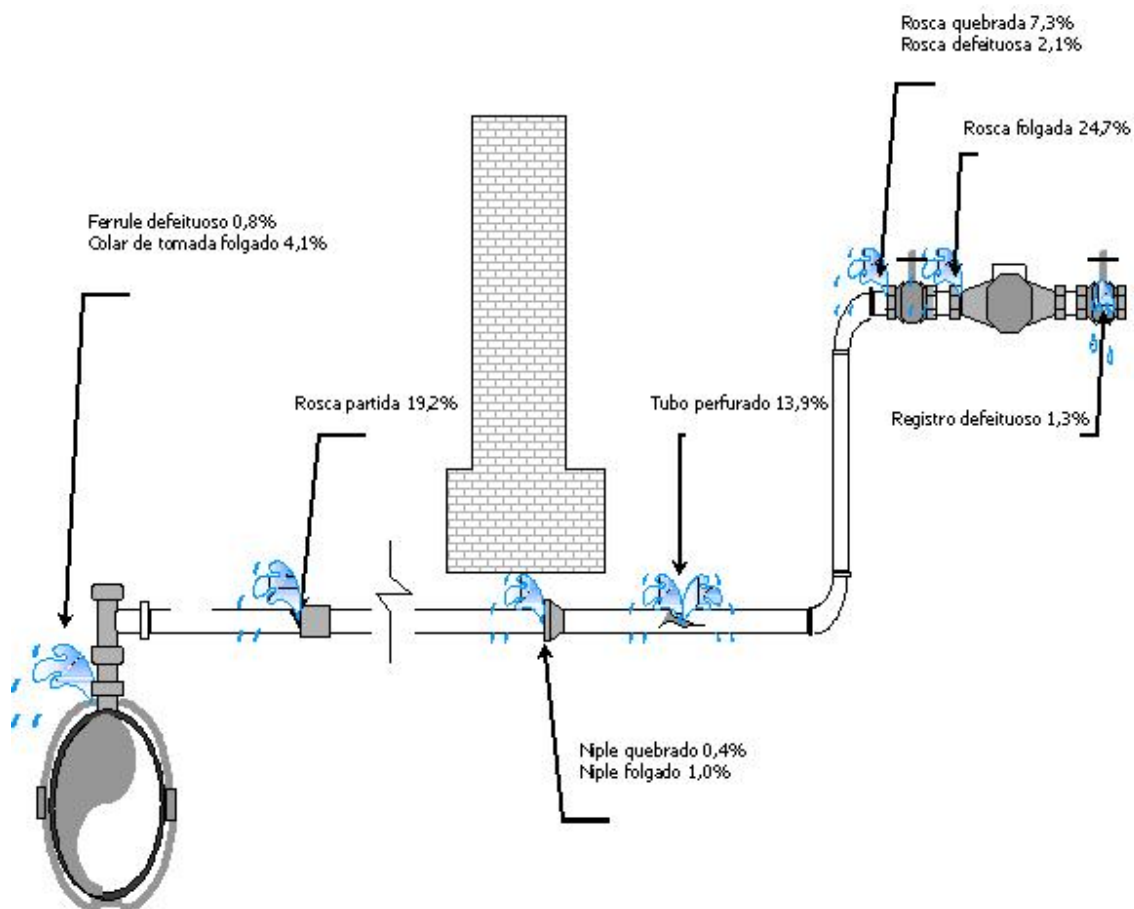


Figura 3 – Pontos Frequentes de Vazamentos em Ramais (SANASA, 1998).

A Figura 4 ilustra um local de vazamento.



Figura 4 – Vazamento em Tubulação Rompida (LAMON, 2006).

2.2.3 – Principais Causas dos Vazamentos

As principais causas dos vazamentos são desgastes físicos, químicos, elétricos e o erro humano segundo consulta a *homepage* (<http://www.rcahidrotech.com.br>).

1. Desgaste físico:

- ✓ Vibrações causadas pelo trânsito rodovia e ferrovia;
- ✓ Variação abrupta de pressão;
- ✓ Movimentação no terreno / terremotos;
- ✓ Variação térmica / congelamento.

2. Causas químicas:

- ✓ Corrosão devido à acidez e salinidade do terreno;
- ✓ Presença de substâncias agressivas no chão devido à poluição e acidentes químicos.

3. Causas elétricas:

- ✓ Corrosão elétrica devido à presença de linhas de trens e ônibus elétricos;
- ✓ Uso da tubulação de água de prédios como fio terra;
- ✓ Presença de indústrias com grande consumo de energia elétrica.

4. Falhas humanas:

- ✓ Instalação errada;
- ✓ Manutenção inadequada;
- ✓ Ligações clandestinas / Vandalismo.

2.2.4 – Causas das Perdas Reais

A identificação das causas das perdas reais de água foi agrupada segundo os componentes do Balanço da Água, ou seja, com os vazamentos e extravasamento em reservatórios, com os vazamentos em adutoras e redes e com os vazamentos em ramais.

Considera-se como perda física toda a água que é subtraída do sistema e que não é consumida pelo cliente final. Esse tipo de perda ocorre por vazamentos em tubulações,

equipamentos e estruturas, por extravasamento de reservatórios e canais, água utilizada em processos operacionais de lavagem de filtros e limpeza de decantadores e descargas em redes de adução e distribuição.

Mantendo a filosofia adotada de conduzir as análises por unidades do sistema, reproduz-se abaixo no Quadro 2 e discrimina-se quais são as principais perdas físicas: considerando que as perdas físicas no sistema de distribuição são, como regra, as de maior magnitude e as de mais complexa identificação e solução, e que aquelas que se verificam nas demais unidades do sistema, quer pela sua simplicidade ou especificidade, já foram abordadas em outros DTA, são enfatizadas, a seguir, somente as perdas que ocorrem nas adutoras e redes distribuidoras e nos ramais prediais.

Quadro 2 – Perdas em Redes Adutoras, Distribuidoras e Ramais (DTA A2, 1998).

	Parte do Sistema	Origem da Perda	Magnitude
Perdas Físicas ou Reais	Captação	Vazamento na adução Limpeza poço de sucção Limpeza desarenador	Variável em função do estado das instalações
	Estação de Tratamento	Vazamentos estrutura Lavagem de filtros Descarga de lodo	Significativa em função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Reservação	Vazamentos estrutura Extravasamentos Limpeza	Variável em função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Adução	Vazamentos Tubulação Descargas	Variável em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Distribuição	Vazamentos na rede Vazamentos em ramais Descargas	Significativa em função do estado das tubulações e principalmente das pressões

2.2.5 – Identificação

A parcela das perdas totais de um sistema de abastecimento de água de identificação mais trabalhosa e conseqüentemente mais onerosa corresponde às perdas físicas, pois depende de atividades de campo e de escritório mais complexas do que aquelas relativas às perdas não físicas, além de estas últimas conduzirem a ações com menor investimento e retorno financeiro, via de regra, em prazos mais curtos.

Na seqüência, descrevem-se os principais passos a serem seguidos na fase de diagnóstico das perdas físicas de um sistema quanto ao tipo e quantificação, ressaltando que o sucesso das medidas implantadas será diretamente proporcional à consistência dos resultados obtidos nesta etapa dos trabalhos: conclusões incorretas certamente conduzirão à implementação de ações (na sua maioria estruturais) de elevado custo e de retorno financeiro incompatível com o investimento realizado.

a) Análise dos indicadores operacionais:

- ✓ Indicador técnico das perdas reais;
- ✓ Média das perdas reais inevitáveis;
- ✓ Índice de vazamento na infra-estrutura;

- ✓ Áreas críticas de ocorrências de vazamentos;
 - ✓ Áreas críticas de ocorrências de pressão excessivas;
 - ✓ Quantidade de vazamentos reparados;
 - ✓ Quantidade de reclamações de falta d'água;
 - ✓ Tempo decorrido entre a identificação do vazamento e o fechamento das respectivas válvulas de bloqueio de fluxo;
 - ✓ Quantidade de reincidência de vazamento;
 - ✓ Tempo de execução do reparo do vazamento;
 - ✓ Índice de pesquisa de vazamento.
- b) Análise das vazões mínimas noturnas
 - c) Análise estratificada de consumo
 - d) Análise de factíveis
 - e) Análise das pressões de serviços
 - f) Utilização de modelos matemáticos

2.2.6 - Ações para Redução

A pesquisa, localização e reparo de vazamentos visíveis e principalmente não visíveis é outra forma de recuperação de perdas físicas, amplamente utilizadas pelas empresas de saneamento aplicando tecnologias como a pesquisa acústica de vazamentos.

Deve-se enfatizar, no entanto, a necessidade de acompanhamento e quantificação dos benefícios obtidos através de controles da macro e micromedição. A simples estimativa de vazões perdidas num vazamento recuperado como indicação do benefício é uma avaliação precipitada e pouco confiável, pois nada garante que outros pontos de vazamento nas proximidades não surgirão para balanceamento da rede.

Obviamente, estas possibilidades existem dependendo da qualidade da rede em termos de materiais e cuidados construtivos.

3 – PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA (PNCDA)

3.1 – Síntese

Segundo Souza e Alves (1998), o objetivo central do PNCDA é promover o uso racional da água para abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando melhor produtividade dos ativos existentes, além de postergar investimentos para a expansão dos sistemas.

Estima-se que o desperdício de água no Brasil pode chegar a 45% do volume ofertado à população, o que representa cerca de 4,6 bilhões de metros cúbicos de água produzidos por ano.

Adotando-se uma redução de 20 pontos percentuais, valor considerado razoável, ou seja, uma meta de 25% de perdas, o que representa cerca de 2,1 bilhões de metros cúbicos de água produzidos por ano, poder-se-ia economizar algo em torno de R\$ 1,02 bilhão por ano, recursos estes equivalentes a 35% da necessidade anual de investimentos para universalização do atendimento até 2010.

Financiado com recursos da União, o programa, implementado em 1997 e coordenado pela SEPURB, conta com apoio técnico da Fundação para Pesquisas Ambientais da Universidade de São Paulo e de entidades de pesquisa (Escola Politécnica, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo) e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, além da participação de entidades do setor.

A primeira etapa, iniciada em setembro de 1997 e encerrada com a realização do Seminário Nacional em Brasília nos dias 30 e 31 de março de 1998, teve como objetivos específicos sistematizar a experiência nacional e internacional na área de conservação urbana de água, estabelecer as bases institucionais e operacionais do programa e preparar Documentos Técnicos de Apoio (DTA's) que orientassem sua efetiva implantação.

Os trabalhos contemplaram três grandes módulos, a saber:

- ✓ Planejamento das Ações de Combate ao Desperdício de Água;
- ✓ Tecnologia dos Sistemas Públicos de Abastecimento;
- ✓ Tecnologia dos Sistemas Prediais de Água e Esgoto.

Nessa etapa foram produzidos 16 DTA's, em versão preliminar, e definidos os conteúdos de outros cinco, tendo em vista a discussão no âmbito dos seis Grupos de Trabalho (GT's) constituídos no Seminário Nacional, para posterior publicação de um conjunto de 25 DTA's (Quadros 3 a 7).

Quadro 3 - GT A: Planejamento e Gestão de Projetos

DTA	Título
A1	Estrutura do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
A2	Indicadores de Perdas nos Sistemas Públicos de Abastecimento
A3	Caracterização da Demanda Urbana de Água
A4	Conservação, Combate ao Desperdício de Água: Bibliografia Anotada
A5	Planos Regionais e Locais de Conservação Urbana de Água: Diretrizes

Quadro 4 – GT B: Gerenciamento da Demanda

DTA	Título
B1	Elementos de Análise Econômica Relativos ao Consumo Predial
B2	Subsídios às Campanhas de Educação Pública Voltadas à Economia de Água
B3	Medidas de Racionalização do Uso da Água para Grandes Consumidores

Quadro 5 – GT C: Conservação no Sistema Público de Abastecimento: Procedimentos Básicos

DTA	Título
C1	Recomendações Gerais e Normas de Referência para Controle de Perdas Nos Sistemas Públicos de Abastecimento
C2	Panorama dos Sistemas Públicos de Abastecimento no País
C3	Medidas de Redução de Perdas: Elementos para Planejamento

Quadro 6 – GT D: Conservação no Sistema Público de Abastecimento: Procedimentos Específicos

DTA	Título
D1	Controle de Pressão na Rede
D2	Macromedição
D3	Micromedição
D4	Redução de Perdas e Tratamento de Lodo em ETA's

Quadro 7 – GT E: Conservação nos Sistemas Prediais de Água e Esgoto: Procedimentos Básicos

DTA	Título
E1	Caracterização e Monitoramento do Consumo Predial de Água
E2	Normalização e Qualidade dos Sistemas Prediais de Água

Quadro 8 – GT F: Conservação nos Sistemas Prediais de Água e Esgoto: Procedimentos Específicos

DTA	Título
F1	Tecnologias Poupadoras de Água nos Sistemas Prediais
F2	Produtos Poupadores de Água nos Sistemas Prediais: Fichas Técnicas Padronizadas
F3	Roteiros para a Elaboração de Códigos de Prática para Sistemas Prediais

Quadro 9 – GT G: Guia Prático para Pesquisa e Combate a Vazamentos não Visíveis

DTA	Título
G1	Guia Prático de Ensaio Pitométrico
G2	Guia Prático de Macromedição
G3	Pesquisa e Combate a Vazamentos não Visíveis
G4	Controle de Pressões na rede e Operação de Válvulas Reguladoras
G5	Conta de Energia Elétrica no Saneamento

A segunda etapa do programa é consagrada aos seguintes tópicos:

- ✓ Montagem do modelo institucional do programa;
- ✓ Desenvolvimento de textos – base de DTA complementares;
- ✓ Organização de curso regional de aperfeiçoamento em combate ao desperdício de água;

- ✓ Apoio técnico à revisão dos DTA's;
- ✓ Orientação e acompanhamento de projeto-piloto;
- ✓ Montagem de arquivos em hipertexto (*homepage*).
- ✓ Guias Técnicos de Apoio: Planejamento e Gestão de Projetos

4 – EQUIPAMENTOS DE DETECÇÃO DE PERDAS E ESTUDO DE CASO

4.1 - Geofone Eletrônico

4.1.1 – Apresentação

A pesquisa acústica de vazamentos não-visíveis consiste em detectar o ruído provocado pela passagem da água através do furo na tubulação pressurizada que está sob o solo.

O geofone é um detector eletrônico acústico de vazamentos, constituído de amplificador, sensores de ruídos e fones de ouvido. Tem a função de captar as vibrações provenientes do movimento da água fora do tubo, de seu impacto contra o solo e do ruído característico do atrito do fluxo de água na passagem pelos pontos de ruptura das tubulações.

Deve ser capaz de operar em condições satisfatórias numa faixa de temperatura de 0° a 40° C. Este aparelho deverá ter a possibilidade de selecionar faixas de frequências típicas dos vazamentos.

4.1.2 - Equipamento Acústico

O geofone eletrônico consiste em um equipamento que detecta a vibração dos vazamentos, ou seja, é um equipamento acústico constituído de amplificador, sensores de ruídos e fones de ouvido. Tem a função de captar as vibrações provenientes do movimento da água fora do tubo, especialmente de seu impacto contra o solo e do ruído característico da circulação de água com as partículas do solo. O geofone eletrônico capta ruídos situados, em geral, entre as frequências de 100 e 2.700 Hz. Existe também o geofone mecânico que utiliza o princípio da estetoscopia na detecção de vazamentos, sendo menos sensível que o geofone eletrônico.

O geofone eletrônico, vide Figura 6, apresenta os componentes básicos a seguir:

- ✓ Amplificador - amplia os sinais captados pelos sensores, permitindo escutar o ruído do vazamento. O amplificador deve possuir as seguintes características:
- ✓ Medidor de Nível de Som: o nível de som é indicado em faixas e em cores diferentes para se encontrar rapidamente a indicação de maior som do vazamento.
- ✓ Filtros: devem apresentar faixas de filtros de baixa e alta frequência, onde é possível fazer combinações que eliminam os ruídos indesejáveis do meio ambiente e selecionam as faixas de frequências típicas dos sons do vazamento.

- ✓ Controle de Volume: o volume do som do vazamento é controlado para obter o ajuste fino do ruído do vazamento no indicador de nível e nos fones de ouvido. A energia é proveniente de uma bateria recarregável.
- ✓ Sensor ou Transdutor - deve possuir alta sensibilidade e botão manual de acionamento de fácil operação.
- ✓ Fones de Ouvido - são utilizados para ouvir o ruído de vazamento.
- ✓ Em alguns equipamentos existentes no mercado, os geofones possuem acessórios (hastes de contato) que possibilitam auscultar, quando acoplado ao próprio geofone, as vibrações diretamente em solos macios, cravando-se esta haste de contato diretamente nesse solo. Com a haste de contato, o geofone poderá também executar a mesma função da haste de escuta, quando existir um ponto de contato na rede de distribuição.

O geofone eletrônico pode permitir várias combinações de filtros. Faixas mais largas permitem a passagem de muitas frequências; mais estreitas, permitem a passagem de poucas frequências. Geralmente, em se tratando de tubo de material duro, tal como ferro fundido de aço, a tendência é ter o som em faixas mais altas de frequência, e em um tubo de material mole, como PVC ou polietileno, em faixas mais baixas de frequências. Ao se escolher as combinações de filtros para um vazamento, tornam-se bastante fácil e precisa a detecção dos vazamentos.

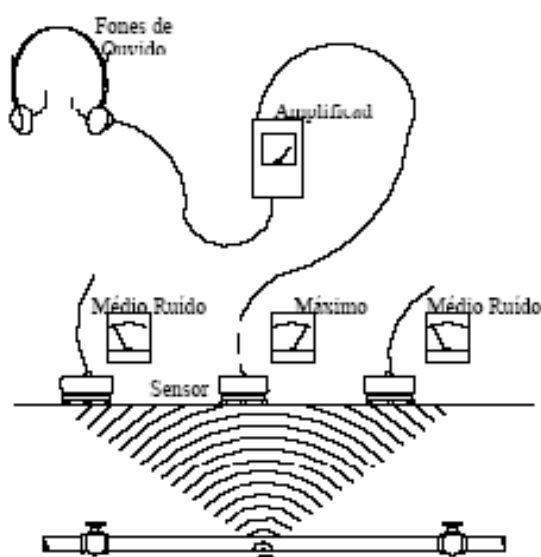


Figura 5 – Geofone e Seus Componentes (ABENDE).

4.1.3 - Detector Acústico de Vazamento XLT-30 Fisher

Com uma avançada eletrônica de amplificação e filtros especiais, o detector de vazamento XLT-30 da Fisher (Figura 6) possui um *keypad* tátil combinado com um display de fácil visualização e leitura, aliado com um quarto filtro (filtro *Notch*) o qual permite uma atenuação

independente no ponto exato da interferência de um ruído externo de natureza constante, confere ao XLT-30 o seu diferencial no mercado (Manual de Especificações Fisher, 2006).

Características:

- ✓ Amplificador de ruídos ultra-baixo;
- ✓ Filtro rejeita faixa para atenuação de ruídos externos;
- ✓ *Keypad* tátil & *display* digital com iluminação para uso em locais escuros;
- ✓ Teste automático de bateria e monitoramento. Opera com duas baterias de 9 volts (alcalina ou recarregável);
- ✓ Aumento da resposta em locais de baixa condução de som;
- ✓ Sensor blindado para redução de ruídos externos;
- ✓ Fones de ouvido de alta performance para respostas claras dos sons;
- ✓ Detecta e aponta os vazamentos de líquidos em tubos;
- ✓ Sistema de limitador automático para realçar fontes de ruídos fracos.



Figura 6 – Geofone Eletrônico XLT-30 Fisher Labs.

4.2 – Local do estudo de caso

O estudo foi realizado na Universidade Federal de Itajubá e, visou percorrer as linhas de distribuição de água da COPASA dentro do campus após a constatação de que o volume de água consumido durante a noite ter sido muito próximo do volume consumido durante o dia. Esta constatação foi feita após uma campanha de leitura do hidrômetro durante duas vezes ao dia, uma de manhã e outra no final da tarde.

4.3 – Metodologia

A pesquisa acústica iniciou-se durante o dia, mas devido ao grande tráfego de veículos automotivos dentro e nas redondezas do campus, pelo ruído vindo dos ensaios realizados nos diversos laboratórios do campus, e também pelas obras que estavam sendo realizadas no campus, optou-se pela pesquisa noturna.

Durante o dia foram percorridos aproximadamente 790 metros de redes entre os prédios do Ginásio Poliesportivo, o Campo de Futebol, a Quadra de Tênis e parte do prédio do Instituto de Ciências Exatas (ICE), durante o período de 4 de setembro a 22 de setembro de 2006, período este que também foi de adaptação ao aparelho, depois foram percorridos aproximadamente 934 metros de rede entre os prédios do ICE, o Mecânica e DRA (departamento de registro acadêmico), e também parte do prédio da BIM (Biblioteca Mauá), além de parte da Avenida A em frente ao prédio da BIM.

Durante a maior parte do percurso a pesquisa foi feita com o auxílio da haste de escuta acoplada ao geofone eletrônico devido a maior parte da tubulação estar localizada sobre o solo correspondente há grande quantidade jardins localizado no campus, somente em locais onde havia concreto ou outro tipo de calçamento utilizou-se o geofone eletrônico com o Multi-Sensor.

5 – CONCLUSÕES

Com relação à utilização do geofone eletrônico, o mesmo mostrou-se um equipamento muito eficiente na identificação de vazamentos não visível, sendo que sua utilização durante a noite apresentou melhores resultados, devido principalmente à não ocorrência de ruídos externos que possam interferir na pesquisa acústica.

O Quadro 10, apresenta os dados obtidos na pesquisa durante o período mencionado.

Quadro 10 – Resultados Obtidos Durante o Período de 04/09/06 a 15/10/06.

Pesquisa de Vazamentos UNIFEI		
Tipo de Pesquisa	Pesquisa Diurna	Pesquisa Noturna
Comprimento de Linha Percorrida [m]	790	934
Número de Vazamentos	0	1

Apesar de ter sido encontrado apenas um vazamento, o resultado não foi suficiente para solucionar os problemas de faturamento elevado de água dentro do campus, ainda que o geofone mostra-se eficiente.

A utilização do geofone eletrônico irá necessitar de uma pesquisa mais árdua e trabalhosa, na tentativa de minimizar os problemas encontrados pela prefeitura do Campus da UNIFEI.

As Figuras 7 a 10 abaixo foram tiradas durante o trabalho de pesquisa de campo na UNIFEI.



Figura 7 – Inspeção Noturna de Vazamento na UNIFEI (2006).



Figura 8 – Local de Inspeção de Vazamento Próximo ao Prédio do ICE-UNIFEI (2006).



Figura 9 – Local de Vazamento Localizado Próximo ao Prédio ICE-UNIFEI (2006).



Figura 10 – Vazamento Localizado e Reparado (2006).

BIBLIOGRAFIA

ABENDE – **Estanqueidade – Detecção de Vazamentos Não Visíveis de Líquidos sob Pressão em Tubulações Enterradas – Procedimentos e Pré-checagem das condições de Operação dos Equipamentos.** São Paulo, 2000.

ARAÚJO, F.A.S.; MONTENEGRO, S.M.G.L. **Avaliação de Perdas em setor de Abastecimento de Água em Cruz de Rebouças, Município de Igarassu, Estado de Pernambuco.** Pernambuco, 2000.

CASTRO, Leonardo Borges - **Gerenciamento da Área de Manutenção da SAE De Ituiutaba (MG).** Ituiutaba (MG), 2001.

CONEJO, J.G.L.; LOPES, A.R.G.; MARCKA, E. **Medidas de Redução de Perdas – Elementos Para Planejamento.** Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (DTA - Documento Técnico de Apoio nº C3). Brasília, 1999.

COPASA – **Programa de Redução de Perdas de Água no Sistema de Distribuição,** Belo Horizonte, MG, Setembro de 2003.

DALMO, F.C.; **Utilização do Geofone Eletrônico na Pesquisa e Detecção de Vazamentos.** Texto apresentado ao Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá para o projeto final de graduação de Engenharia Hídrica. Itajubá, 2006.

DETECÇÃO DE VAZAMENTOS NÃO VISÍVEIS. Em Pauta - Revista ABENDE – Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos. CENTRE-Centro de Treinamento, São Paulo, pp. 27-29, 70-72, 2000.

GONÇALVES, E.; ALVIM, P.R.A. **Guia Prático Para Pesquisa e Combate a Vazamentos Não Visíveis.** Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (DTA - Documento Técnico de Apoio nº G3). Brasília, 2005.

Manual de Operações do Equipamento XLT-30, FISHER RESEARCH LABORATORY, Traduzido por Lamon. Belo Horizonte, 2005.

OLIVEIRA, L.H. **Bibliografia Anotada.** Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (DTA - Documento Técnico de Apoio nº A4). Brasília, 2004.

SCALIZE, P.S.; LEITE, W.C.A. **Programa de Localização de Vazamentos não Visíveis.** Departamento Autônomo de Águas e Esgotos (Araraquara-SP). Araraquara, 2005.

SILVA, G.S.; TAMAKI, H.O.; GONÇALVES, O.M.; **Implementação de Programas de Uso Racional da Água em Campi Universitários.** Departamento de Engenharia de Construção Civil da POLI-USP. São Paulo, 2002.

SILVA, R.T.; CONEJO, J.G.L. **Definições de Perdas nos Sistemas Públicos de Abastecimento.** Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (DTA - Documento Técnico de Apoio nº A2). Brasília, 1998.

TROJAN, F., - **Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento Especializado Integrando-o aos Processos de Gestão de uma Empresa de Abastecimento Público de Água Visando a Redução de Perdas do Produto.** Ponta Grossa, 2006. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Industrial, Campus Ponta Grossa, da UTFPR, 2006.

Sites:

<http://www.pncda.gov.br> (acesso em 22/07/2006) – Plano Nacional de Combate ao Desperdício de Água;

<http://www.rcahidrotech.com.br> – (acesso em 05/10/2006) RCA HIDROTECH Equipamentos.

Quadro 11 – Lista de Símbolos

COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerias
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
DTA	Documento Técnico de Apoio
SANASA	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A
SEPURB	Secretaria de Política Urbana, do Ministério de Planejamento e Orçamento
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá