

25º. Encontro Técnico AESABESP

PESQUISA DE VAZAMENTOS DE ÁGUA COM CORRELACIONADOR DE RUÍDOS - ESTUDO DE CASO NA RMSP

Allan Saddi Arnesen⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Engenheiro da Superintendência de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

Marcelo Aparecido dos Santos Carvalho

Tecnólogo pelo ITEP. Técnico em Sistemas de Saneamento da Divisão de Controle de Perdas Norte - Unidade de Negócios Norte (MNEP) da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

Endereço⁽¹⁾: Rua Costa Carvalho, 300, Prédio da Prefeitura – piso superior – Pinheiros – São Paulo – SP - CEP: 05429-900 - País - Tel: +55 (11) 3388-9541 - Fax: +55 (11) 3388-8695 - e-mail: aarnesen@sabesp.com.br.

RESUMO

Os vazamentos nas adutoras, redes de distribuição e ramais prediais de água de abastecimento representam uma parcela significativa das perdas reais de uma companhia de saneamento. O controle ativo consiste na pesquisa por vazamentos não visíveis, realizada principalmente por meio de métodos acústicos de detecção. Os métodos de detecção acústica de vazamentos consistem na utilização dos equipamentos: haste de escuta, geofone, armazenadores de ruído e correlacionador de ruídos. A técnica do correlacionador de ruídos é fundamental para detectar vazamentos na rede de distribuição em situações em que a utilização dos demais equipamentos não tenha sido suficiente para definir o ponto de vazamento. O presente trabalho apresenta a aplicação da técnica do correlacionador de ruídos na detecção de vazamentos, por meio de um estudo de caso na Zona Norte da cidade de São Paulo, e faz uma análise crítica sobre sua utilidade pelas companhias de saneamento.

PALAVRAS-CHAVE: perdas de água, método acústico e correlacionador de ruídos.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de perdas de água nos sistemas de abastecimento impõe um acréscimo na demanda de água das cidades. Os vazamentos nas adutoras, redes de distribuição e ramais prediais de água de abastecimento representam uma parcela significativa das perdas reais de uma companhia de saneamento. Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), o balanço hídrico da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) no período de Janeiro/2013 a Dezembro/2013 indicou que, em média, 21,1% do volume disponibilizado correspondem a perdas reais no sistema de distribuição de água. A busca pela minimização das perdas reais de água contempla componentes fundamentais como: gerenciamento da infraestrutura, gerenciamento de pressões, controle ativo de vazamentos e agilidade e qualidade dos reparos.

O controle ativo consiste na pesquisa por vazamentos não visíveis, realizada principalmente por meio de métodos acústicos de detecção. No Brasil, a pesquisa de vazamentos não visíveis era inicialmente guiada pelo procedimento PR-051 – “Estanqueidade – Detecção de vazamentos não visíveis de líquidos sob pressão em tubulações enterradas” da ABENDI (Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos e Inspeção). Atualmente, há uma norma técnica da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) que estabelece os requisitos mínimos para execução das pesquisas de vazamentos de água, a NBR 15183:2010 – “Ensaio Não Destrutivos – Estanqueidade para saneamento básico – Procedimento para tubulações pressurizadas”.

O ensaio descrito na NBR 15183:2010 consiste na utilização dos equipamentos: manômetro, haste de escuta, geofone, correlacionador de ruídos e armazenador de ruídos. Primeiramente, o técnico faz a verificação da pressão em alguns pontos de água da área pesquisada, sendo que a pressão mínima na rede deve ser de 15 mca. Em seguida, o técnico utiliza a haste de escuta para pesquisar ruídos de vazamentos nos pontos de acessíveis da rede e dos ramais prediais (tais como registros, hidrantes, cavaletes, tubulação aparente, etc.), no intuito de delimitar o trecho suspeito de ocorrência de vazamento. A partir de então, o técnico utiliza o geofone para escutar os trechos suspeitos, além de trechos carentes de pontos de contato (cavaletes distantes, por exemplo), com o objetivo de definir o ponto com possível vazamento.

Os armazenadores de ruído são utilizados para monitorar áreas de abastecimento, registrando os ruídos de pontos de contato com a rede, geralmente em períodos noturnos, e indicando a possível ocorrência de vazamentos em trechos da rede. Os trechos indicados devem ser confirmados posteriormente com geofone e/ou correlacionador de ruídos.

A técnica da correlacionador de ruídos é fundamental para detectar vazamentos na rede de distribuição em situações em que a utilização dos demais equipamentos não tenha sido suficiente para definir o ponto de vazamento. Essa técnica apresenta maior complexidade, mas o resultado pode ser muito mais preciso em termos de identificação e localização do vazamento. Nesta técnica é fundamental o conhecimento das características da rede de distribuição (material, diâmetro, profundidade e comprimento) sendo, portanto, um cadastro técnico preciso muito importante para que as correlações de ruídos indiquem corretamente a posição dos vazamentos.

Qualquer estratégia de redução de perdas deve priorizar as atividades mais simples e econômicas em uma primeira etapa, pois quanto menor o nível de perdas alcançado, maiores são os custos das intervenções necessárias para reduzi-lo (THORNTON et al., 2006). Isto se aplica à pesquisa de vazamentos por métodos acústicos, ou seja, uma área com altos índices de perdas devem priorizar a utilização de haste de escuta e geofone para localizar vazamentos mais facilmente identificáveis. A partir do momento em que os níveis de perdas baixarem e os vazamentos tornarem-se difíceis de identificar, o correlacionador de ruídos ganha importância no controle ativo de vazamentos.

OBJETIVO

Apresentar a técnica de correlacionador de ruídos por meio de estudo de caso na Zona Norte do município de São Paulo e discutir as suas vantagens e limitações para aplicações por companhias de saneamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na pesquisa de vazamentos com correlacionador de ruídos os sinais de vibração ou acústico são medidos usando acelerômetros ou hidrofones em dois pontos de acesso à rede, sendo que o vazamento suspeito deve

estar compreendido entre eles. A Figura 1 apresenta um arranjo típico de medição com os sensores dispostos em pontos de contato com a rede (neste caso, hidrantes), localizados às distâncias d_1 e d_2 do ponto de vazamento (GAO et al., 2004). Os sinais medidos e armazenados pelos sensores 1 e 2 são $x_1(t)$ e $x_2(t)$, respectivamente.

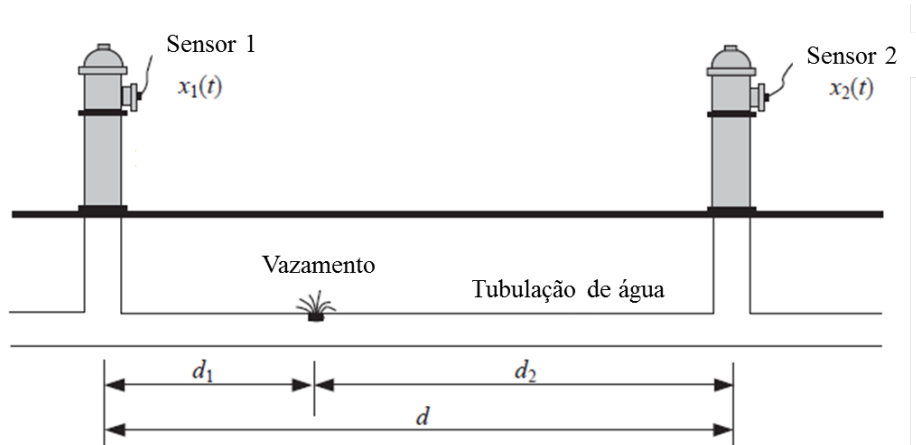


Figura 1: Esquema representativo do posicionamento de sensores de correlacionador de ruídos para localização de um vazamento. Fonte: adaptado de Gao et al. (2004).

Após os sinais serem transmitidos a um computador, a presença do vazamento pode ser identificada como pico na função de correlação cruzada entre $x_1(t)$ e $x_2(t)$. A diferença no tempo de chegada dos sinais nos dois sensores é chamada de atraso de sinal (T_0). A distância do vazamento em relação ao sensor 1 (d_1) pode ser calculada pela Equação 1, onde c a velocidade de propagação da onda do ruído gerado pelo vazamento.

$$d_1 = \frac{d - cT_0}{2} \quad \text{Equação (1)}$$

O tipo de material é uma informação muito importante para a correlação de ruídos, pois altera a velocidade de propagação dos ruídos. Existem diversos artigos que apresentam modelos de correlação cruzada para detecção de vazamentos de água, especialmente aqueles focando em modelos específicos para tubulações plásticas, que apresentam maior dificuldade de identificação devido à atenuação do sinal (GAO et al., 2004; MUGGLETON et al., 2004; WU et al., 2010). Contudo, há uma carência de artigos voltados a apresentar a prática operacional de campo através de estudo de caso e discutir as vantagens e limitações do método de correlação de ruídos.

A seguir será apresentado um estudo de caso que apresenta não somente o método do correlacionador de ruídos, mas todo o procedimento de pesquisa de vazamentos realizado em campo.

Estudo de caso

Para exemplificar a utilização do correlacionador de ruídos será apresentado um estudo de caso de um vazamento na rede de distribuição de água da Rua Pais Barreto, Vila Maria, Zona Norte de São Paulo. O trabalho de pesquisa de vazamento seguido de reparo foi realizado no dia 29/05/2013.

O serviço de pesquisa de vazamentos foi conduzido pela equipe da Divisão de Controle de Perdas da Unidade de Negócios Norte da Região Metropolitana de São Paulo (MNEP), da Sabesp.

Antes de a equipe de pesquisa de vazamentos ir a campo, os engenheiros da Divisão prepararam uma planta contendo o posicionamento e algumas características da rede, utilizando o SIG corporativo da Companhia (o SIGNOS).

Os materiais utilizados no trabalho de pesquisa de vazamentos foram: manômetro, roda de medição, haste de escuta mecânica, geofone eletrônico e correlacionador de ruídos. Este último, foco do presente trabalho, é do modelo Sound Sens, da Radcom Technologies Ltd (Figura 2).



Figura 2. Equipamento correlacionador de ruídos utilizado.

Em campo, foi realizada uma pesquisa em todos os cavaletes da Rua Pais Barreto, sendo identificada a possível ocorrência de um vazamento em um de seus trechos (ver Figura 3, planta de campo), devido à detecção de ruídos com haste de escuta nos cavaletes das residências (especialmente alto em quatro deles) e pela identificação de água potável em um Poço de Visita (PV) de esgoto localizado no cruzamento desta Rua com a Rua Newton Braga.

A utilização de geofone neste trecho não foi suficiente para indicar a localização do vazamento, pois ocorriam ruídos em frente a três residências. Mediu-se também a pressão em três pontos da rua, sendo um deles um ponto onde ocorria ruído intenso, tanto com geofone quanto com haste de escuta. Entretanto, não havia variação de pressão entre estes pontos (pressão de aproximadamente 25 mca em todos os pontos medidos).



Figura 3: Planta utilizada em campo com cadastro técnico do SIGNOS da área com suspeita de vazamento em 29/05/2013 na Rua Pais Barreto.

Foi então adotado o método do correlacionador de ruídos por meio da utilização de dois loggers que foram posicionados em um ponto de contato direto com a rede (válvula de manobra) e em um cavalete de residência (Figura 4). Como não havia dois pontos de contato direto com a rede (um dos sensores teria que ser instalado em cavalete), foram realizadas correlações em dois trechos de comprimentos distintos (dois cavaletes), dentro dos quais estava compreendido o ponto suspeito (Figura 5).

É importante apresentar algumas condições deste trabalho quanto à utilização do correlacionador, tais como:

- Distanciamento máximo entre os sensores: 300 metros;
- Método de coleta dos dados: sensores magnéticos fixados nas tubulações e posteriormente transferidos ao computador via base de recebimento de dados (Figura 2);
- O equipamento foi programado para realizar 3 medições (com 2 minutos de aquisição de dados espaçadas por um período de 4 minutos entre si) e foram inseridas características do local investigado como: material (ferro fundido – rede – e PEAD – ramal); diâmetro (100 mm – rede); distâncias (medidas sobre a rede – Figura 6 – e estimada a distância do cavalete utilizado até a rede – comprimento do ramal de dois metros – Figura 7).

A primeira correlação apresentou um comprimento total menor do que a segunda. Alguns dias antes desta pesquisa (dia 24/05/14), já havia sido realizada uma correlação no mesmo trecho da segunda correlação, portanto os resultados de dias diferentes poderiam ser comparados.



Figura 4: Planta utilizada em campo com cadastro técnico do SIGNOS da área com suspeita de vazamento em 29/05/2013 na Rua Pais Barreto.

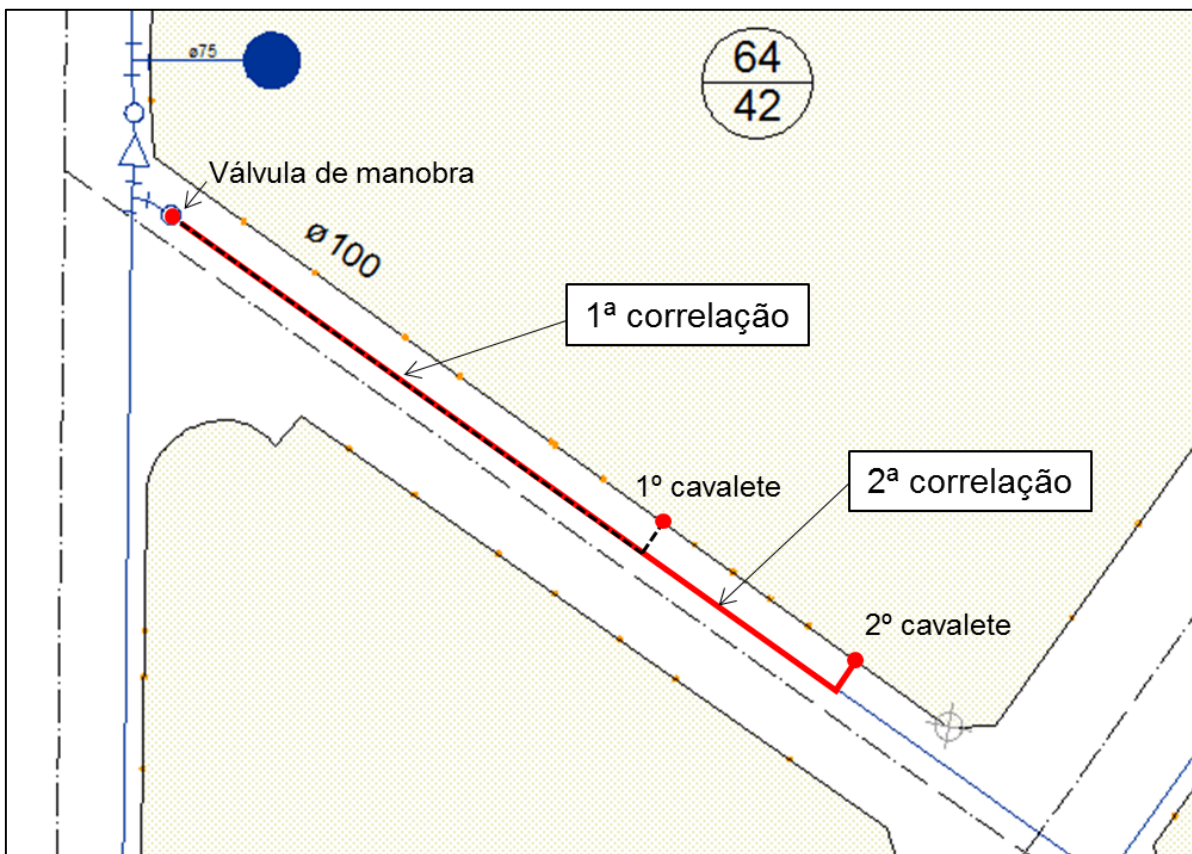


Figura 5: Apresentação das duas correlações realizadas no dia 29/05/2013.



Figura 6: Medição da extensão da rede no trecho suspeito utilizando roda de medição.

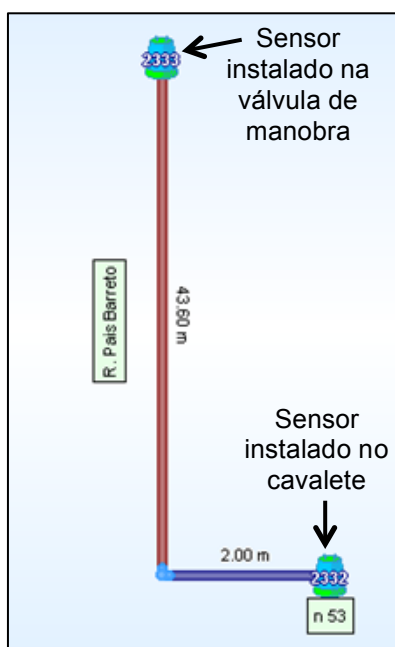


Figura 7: Croqui do trecho da primeira correlação.

RESULTADOS

Os gráficos resultantes da primeira correlação não apresentaram um pico bem definido, não sendo possível determinar o local do vazamento (Figura 8). Uma hipótese levantada pela equipe para isto ter ocorrido é que, provavelmente, houve consumo no cavalete no momento da correlação, o que influenciou na correlação de ruído.

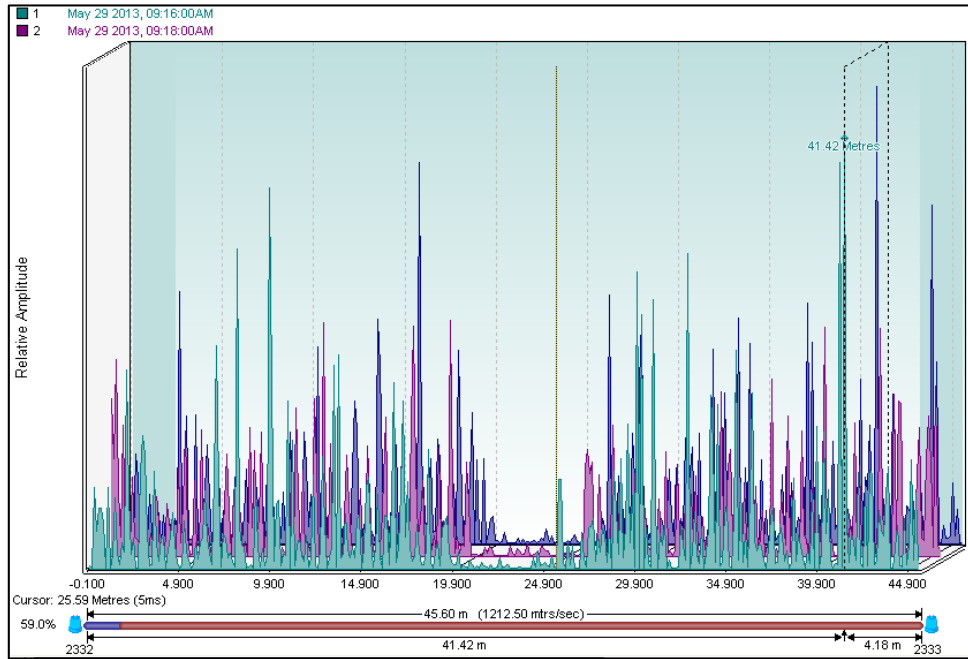


Figura 8: Gráficos resultantes da primeira correlação realizada no dia 29/05/2013.

Já na segunda correlação, com o trecho ampliado em relação à primeira, os gráficos apresentaram um pico bem definido por volta de 33 metros de distância em relação à válvula de manobra da rede, resultado muito parecido ao encontrado anteriormente pela equipe da MNEP (Figuras 9 e 10). Portanto, este local foi indicado para reparo.

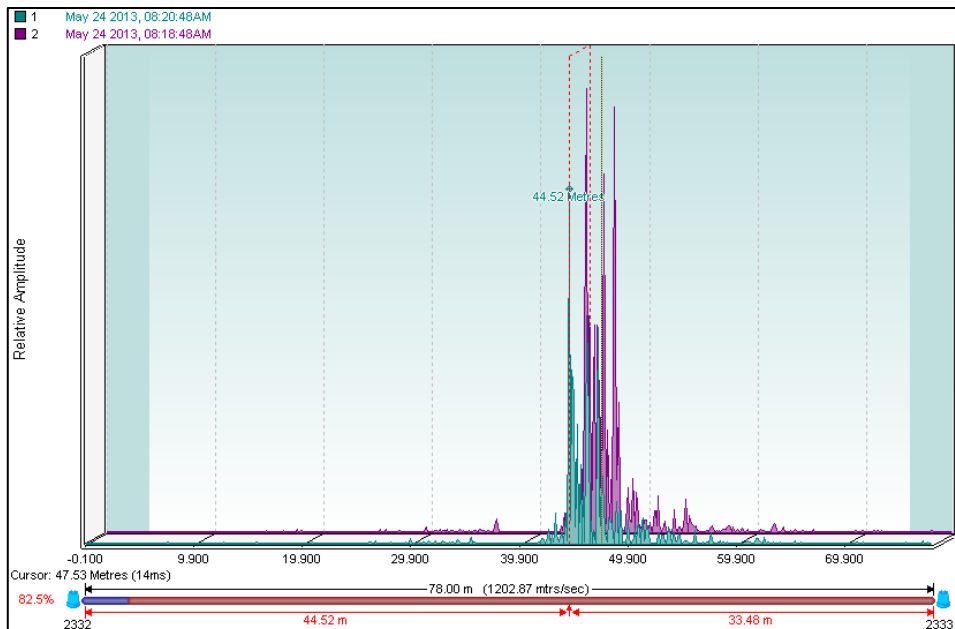


Figura 9: Gráficos resultantes da segunda correlação realizada no dia 29/05/2013.

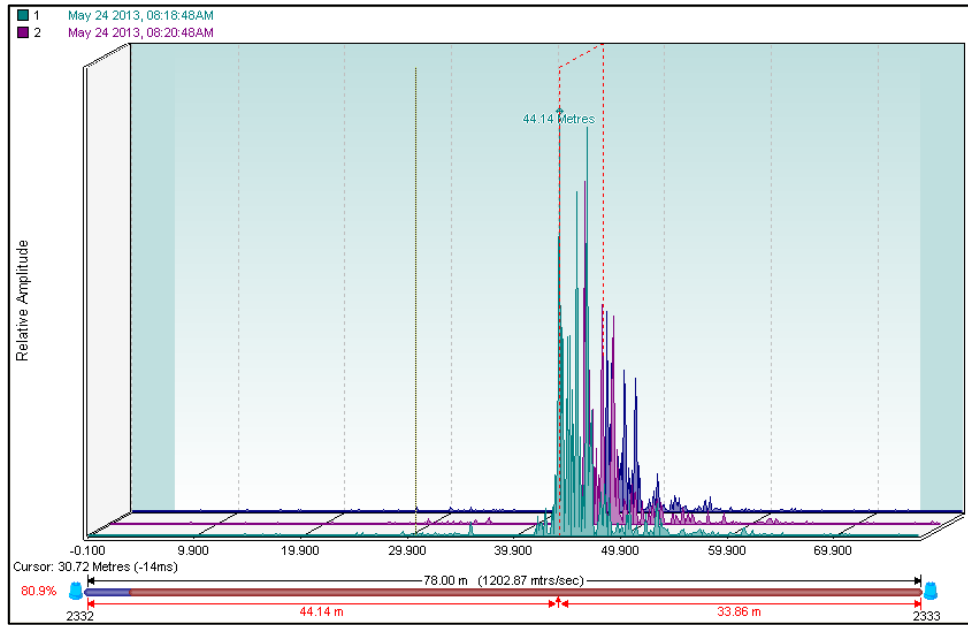


Figura 10: Gráficos resultantes da correlação realizada anteriormente (dia 24/05/13).

Inicialmente a equipe de reparo abriu um buraco na rua, mas a rede não foi encontrada por estar localizada abaixo do passeio (Figura 11). Devido à profundidade da rede, de aproximadamente 1,5 metros, a equipe demorou aproximadamente quatro horas até encontrar o ponto de vazamento (rachadura na rede de ferro fundido) e efetuar o reparo.



Figura 11: Fotografias do trabalho de reparo do vazamento na Rua Pais Barreto.

Alguns aspectos importantes verificados neste estudo de caso devem ser destacados:

- A pesquisa de vazamento deve considerar uma série de indicativos, tais como: a ocorrência de ruído nos cavaletes, a presença de água limpa nos PVs de esgoto, as variações de pressão ao longo da rua, os ruídos sobre a rede (geofone) e, se necessário, a correlação de ruídos nos trechos suspeitos;
- A precisão do resultado da correlação de ruídos depende dos parâmetros de entrada no modelo, tais como os materiais das tubulações e as distâncias dos trechos. Por isso, é preferível a instalação em pontos de contato direto com a rede e não em cavaletes, pois o comprimento do ramal é estimado com base na profundidade da rede e na distância do cavalete à rede (dependência de informações cadastrais);
- A carência de pontos de contato direto com a rede pode limitar a utilização do correlacionador de ruídos; e
- Em situações em que o cadastro técnico contenha informações corretas e que exista ao menos um ponto de contato direto com a rede, o serviço de correlação pode apresentar um resultado preciso, dependendo apenas da experiência do técnico em escolher os melhores pontos para instalação dos loggers e manipular o equipamento.

CONCLUSÃO

O método do correlacionador de ruídos tem papel decisivo em pesquisa mais complexas como, por exemplo, o estudo de caso apresentado em que o ruído do vazamento era escutado em vários pontos do trecho investigado com haste de escuta e geofone.

Algumas limitações deste método são: exige técnico treinado e com experiência para manipular o equipamento; e o resultado é dependente de um cadastro técnico correto e da ocorrência de pontos de contato com a rede.

Contudo, dispondo dos requisitos citados e não descartando nenhuma das etapas do procedimento de pesquisa e evidências de vazamento de água (como água limpa em grande quantidade em um PV de esgoto), o correlacionador é um equipamento importante na detecção de vazamentos que deve ser mais utilizado pelas companhias de saneamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a toda equipe da Divisão de Controle de Perdas Unidade de Negócios Norte (MNEP) envolvida no estudo de caso apresentado, especialmente ao Valdemir, Ricardo, Diego, Célia, Flávio e Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. 15.183 - Ensaios Não Destrutivos – Estanqueidade para saneamento básico – Procedimento para tubulações pressurizadas. 3 ed. 2010.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS E INSPEÇÃO – ABENDI. PR-051 – Estanqueidade – Detecção de vazamentos não visíveis de líquidos sob pressão em tubulações enterradas. 2 rev. 2004.
3. GAO, Y.; BRENNAN, M.J.; JOSEPH, P.F.; MUGGLETON, J.M.; HUNAI, O. “A model of the correlation function of leak noise in buried plastic pipes”. *Journal of Sound and Vibration*, vol. 277, n.1-2, p. 133-148, 2004.
4. MUGGLETON, J.M.; BRENNAN, M.J. “Leak noise propagation and attenuation in submerged plastic water pipes”. *Journal of Sound and Vibration*, vol. 278, n. 3, p. 527-537, 2004.
5. THORTON, J.; STURM, R.; KUNKEL, G. “Water Loss Control”. 2 ed. 2008.

6. WU, Z.Y.; SAGE, P.; TURTLE, D. "Pressure-Dependent Leak Detection Model and Its Application to a District Water System". *Journal of Water Resources Planning and Management*, vol. 136, n. 1, p. 116-128, 2010.