METODOLOGIA INTEGRADA DE MÉTODOS ACÚSTICOS E ANÁLISE DE CICLO DE VIDA DE VAZAMENTOS PARA CONTROLE DE PERDAS

Vinícius Battistelli Lemos [(1)]
Engenheiro Ambiental, mestre em Tecnologias Ambientais, com experiência em projetos de recuperação de perdas de água (*Non-Revenue Water*), sistemas de coleta de dados em concessionárias de serviços públicos (AMR/AMI), Ciência e Análise de Dados e Sistemas de Informações Geográficas. Diretor Técnico da Astrum Latina Soluções em Tecnologia.

Endereço[(1)]: Rua Eduardo de Souza Aranha, 153, 5° Andar, Sala B – Itaim – São Paulo - SP- CEP: 04543-120 - Brasil - Tel: +55 (11) 2366-3356 - e-mail: vinicius.lemos@astrumlatina.com.

RESUMO

Métodos acústicos de detecção de vazamentos são ferramentas tradicionais e confiáveis, desde hastes de escuta até avançados *loggers* conectados com algoritmos de aprendizado de máquina e, mais recentemente, inteligência artificial. Seu uso efetivo, porém, precisa ser controlado e registrado para ter máxima eficiência. Neste artigo, propomos a aplicação de uma metodologia integrada para monitorar permanentemente a rede, diagnosticar os alertas, efetuar a geolocalização ("*pinpoint*") e monitorar todo o ciclo de identificação, confirmação, reparo e monitoramento posterior dos vazamentos. A aplicação desta metodologia integrada reduz a quantidade de retrabalho, constrói uma base de conhecimento da rede, permite monitorar a qualidade dos serviços executados em campo e a eficiência do controle de vazamentos em longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE: métodos acústicos, vazamentos, tecnologia.

INTRODUÇÃO

A utilização de métodos acústicos para detecção de vazamentos é prática comum em diversas concessionárias, dada a versatilidade, precisão e rapidez para obtenção de resultados. Mesmo ferramentas mais simples como hastes de escuta podem trazer bons resultados em programas de redução de perdas, identificando e reduzindo substancialmente os vazamentos em ramais. Ao longo do tempo, com a integração de novas tecnologias de amplificação e gravação de sons, o uso de geofones também se mostrou predominante e ainda é considerado como a técnica final para localizar vazamentos com a maior precisão possível antes de efetivamente iniciar alguma manutenção, o também chamado "*pinpoint*" (Farley, 2001, Tsutiya, 2006).

Tanto hastes de escuta quanto geofones têm seus resultados limitados pela exigência de mão de obra qualificada, e ainda mais pela limitação de tempo para sua execução. Executar programas de varredura em toda a rede, permanentemente, pode ser muito ineficiente, apresentando baixos resultados por quilômetro de rede. Com a evolução da capacidade de processamento dos dispositivos embarcados e da própria computação pessoal, foi possível atacar a limitação de tempo e geográfica, com a utilização da correlação de ruídos para localizar com melhor precisão os vazamentos sem a necessidade de escutar cada metro da rede. Os correlacionadores de ruído, trabalhando em pares ou em vários nós, conseguem cobrir uma área muito maior de rede em menos tempo, com redução significativa da mão de obra em campo. Sua aplicação tanto em campanhas extraordinárias, de modo *offline*, quanto integrados em *dataloggers* conectados com supervisórios ou aplicações na *web*, são um recurso com ótimo custo-benefício para reduzir significativamente as perdas reais em um curto espaço de tempo, existindo uma ampla gama de fabricantes e prestadores de serviços utilizando estes dispositivos continuamente.

Os dispositivos mais modernos oferecidos no mercado, tanto nacional quanto internacional, já embarcam diversas tecnologias com capacidade para localizar com grande precisão os vazamentos, e quando utilizados em instalações permanentes, monitorando por um longo período o comportamento das redes, são ainda mais poderosos por conseguir identificar proativamente qualquer anomalia na rede e permitir uma gestão mais rápida, mantendo os indicadores de perdas sempre nos níveis econômicos mais baixos.

Porém, como em muitas evoluções tecnológicas, a mera aquisição dos dispositivos e sistemas não garante uma eficiente utilização e recuperação dos investimentos. É comum encontrar em almoxarifados de concessionárias

de saneamento uma boa quantidade de sensores, geofones, *dataloggers* entre outros dispositivos que não são utilizados com frequência por inúmeros motivos, incluindo falta de mão de obra qualificada, falta de informações cadastrais (que são cruciais para melhorar a precisão de correlacionadores), falta de peças de reposição ou suporte técnico local, complexidade de utilização de alguns dos dispositivos, falta de cobertura ou conectividade, entre outros.

Existem numerosos exemplos de como os métodos acústicos acabam subutilizados ao comparar programas de redução de perdas de diversas concessionárias, que na jornada de implementação muitas vezes não passam das primeiras etapas ao não vencer os desafios de setorização, atualização cadastral e monitoramento de macromedição, sem chegar ao uso efetivo e rotineiro de demais tecnologias para redução e controle de perdas.

Dado este cenário, em que há subutilização dos métodos acústicos (dos mais simples aos mais modernos) a metodologia apresentada neste trabalho busca reunir as vantagens disruptivas das novas tecnologias integradas, como a melhoria dos algoritmos de aprendizagem de máquina, maior disponibilidade de banda para envio de dados, com processos simples de categorização de eventos, geolocalização, informações das ordens de serviço em campo e resultados dos vazamentos identificados, sendo verdadeiros ou não, para construir uma base de conhecimentos e alimentar um ciclo permanente de monitoramento.

Como premissas para adoção da tecnologia nos baseamos na existência de um plano de controle de perdas, em que não haverá necessidade de realização de pilotos, visto que a eficácia dos métodos acústicos é amplamente reconhecida no setor.

DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

A base da metodologia aplica o conhecido ciclo *PDCA* (*Plan-Do-Check-Act*), descrevendo em cada etapa as especificidades para utilização dos métodos acústicos a integração com o plano de perdas já existente na concessionária e a construção da base de ciclo de vida dos vazamentos.

No primeiro passo, de planejamento, a concessionária deve fazer um levantamento do que já existe em termos de dispositivos, recursos humanos e de histórico na utilização de métodos acústicos. É uma etapa importante para levantar não só a experiência já existente dentro da própria concessão, como também para permitir a avaliação de quais tecnologias devem ser adotadas. É crucial também levantar, quando disponível, o histórico de vazamentos e suas coordenadas. Caso tal histórico não exista, será criado nas etapas posteriores.

A condição e situação dos dispositivos em estoque (se existentes) deve ser avaliada para considerar a possibilidade ou não de utilização em campo novamente. Os dispositivos que estiverem em condição de utilização serão considerados em termos de planejamento como um recurso secundário ou terciário, apenas como uma possibilidade adicional de melhoria nos resultados ou de ampliação do escopo ou área abrangida no monitoramento.

Dada a ampla disponibilidade de fornecedores de dispositivos e soluções, na etapa de planejamento também deverá (como sugestão) ser realizada uma consulta pública, em modo de *RFP* (*Request for Proposal*) para que sejam apresentadas as opções, em conjunto com os valores estimados, por todos os interessados no fornecimento de tecnologia. O modelo de *RFP* é vantajoso pois permite uma ampla apresentação de propostas, e a calibração dos preços com base nas reais necessidades e modelos de contração possíveis. Caso a concessionária já possua um bom relacionamento com qualquer fornecedor (e isso já terá sido levantado ao avaliar os dispositivos em estoque ou em campo), essa etapa pode ser ignorada.

Efetuado o levantamento de recursos, histórico de vazamentos e com as propostas em mãos, é iniciada a etapa de execução. Avaliando o plano de redução de perdas e as áreas prioritárias para redução de vazamentos reais, o fornecedor com a proposta mais aderente às condições da concessionária deverá ser contratado e iniciada a implementação da solução, com a instalação dos dispositivos. É nesta etapa que os requisitos principais da metodologia são apresentados: 1) Monitoramento com *dataloggers* permanentemente instalados em campo, para garantir estabilidade na aquisição de dados e a proatividade na identificação e resolução de vazamentos e 2) Catálogo, registro e documentação dos vazamentos detectados.

O catálogo e registro dos vazamentos é a peça mais importante da metodologia. Todas as anomalias detectadas pelos sensores, sem importar o grau de acurácia ou de confiabilidade, devem ser registrados em um sistema de controle unificado, contendo o ciclo de vida do vazamento. Este ciclo de vida do vazamento é iniciado pela detecção ou alarme, em que os métodos acústicos já irão apontar uma localização aproximada. Os analistas responsáveis pelo controle de perdas deverão acompanhar e documentar a análise realizada do alarme, e com a integração de outros sensores (de macro e micromedição, pressão, qualidade da água, nível de reservatórios, histórico de manobras e manutenção na rede, por exemplo), podem ter uma visão mais ampla se a anomalia apontada realmente pode ser um vazamento ou se foi apenas um evento único. Com o cruzamento das informações é possível ter uma boa confiabilidade da anomalia ser um vazamento ou não, e havendo uma boa confiabilidade, o analista deverá acionar as equipes de campo para uma investigação mais precisa, inclusive com a utilização dos dispositivos já disponíveis anteriormente na concessionária. Até este momento a anomalia deve ser mantida com a situação “em análise”, sendo movimentada para “diagnóstico de campo” na sequência, aguardando os resultados de campo.

As equipes de campo, em especial usando correlacionadores *offline*, geofones ou até hastes de escuta, deverão se deslocar para a região aproximada indicada pelo analista e efetuar a identificação do local, apontando a realidade da rede (caso exista algum erro de cadastro), e realizando o *pinpoint* do vazamento, apontando o trecho específico de rede onde poderá estar. Caso não seja possível identificar ou localizar o vazamento, a equipe deverá informar os motivos e o evento será encerrado como “sem vazamento” ou “inconclusivo”.

Havendo o *pinpoint* do local, o vazamento será marcado como “localizado”, e a equipe de manutenção acionada. Os resultados da manutenção também devem ser registrados, em especial se houver qualquer divergência com o cadastro de rede (material, diâmetro, profundidade, localização). Reparado o vazamento, sua situação muda para “reparado” e todos os envolvidos poderão acompanhar os comentários, fotos, áudios, documentos e materiais coletados.

A importância do monitoramento permanente se dá por um comportamento conhecido pelas equipes de reparos e busca de vazamentos: é muito comum que novos vazamentos apareçam muito próximos dos recentemente reparados, ou que sejam identificáveis após o reparo de vazamentos maiores. A própria movimentação de solo e ações das equipes de reparo pode provocar novos vazamentos, e sem um monitoramento permanente poderia ocorrer apenas a substituição dos vazamentos antigos por novos, sem impactos significativos nos indicadores de perdas.

As novas tecnologias previstas nessa metodologia incluem os sistemas de gestão do ciclo de vida dos eventos/vazamentos e já são parte das ofertas de muitos dos fornecedores de métodos acústicos. Na avaliação da *RFP* é importante que a concessionária considere ou o desenvolvimento interno de uma ferramenta ou que ela seja parte do contrato em conjunto com os dispositivos.

O monitoramento do ciclo de vida dos vazamentos é contínuo dentro da metodologia. Para cada novo alerta, este deve ser analisado e passar por todas as etapas de análise, diagnóstico em campo, e encontrados os resultados, serem apontados como vazamento ou não.

Periodicamente, dentro do ciclo *PDCA* e em conformidade com as metas do programa de perdas, deverão ser atualizados os indicadores e comparada a eficiência das diversas etapas do ciclo. Indicadores simples como vazamentos confirmados por quilômetro de rede podem ser utilizados para confirmar a efetividade dos métodos acústicos, em especial se for possível comparar com setores em que não estejam sendo aplicados. As verificações periódicas apontarão novas demandas, ações e possibilidades de monitoramento.

RESULTADOS ESPERADOS

Podemos separar os resultados esperados em duas categorias, a primeira é mais direta sobre aplicação dos métodos acústicos modernos, que com correlacionadores de ruído *online* e algoritmos avançados de identificação trazem como grande vantagem em primeiro lugar a velocidade para identificar e apontar a localização aproximada, e em segundo lugar, mas não menos importante, a facilidade de uso, removendo as barreiras dos dispositivos anteriormente disponíveis no mercado. Os novos sistemas inteligentes de diversos fornecedores já apresentam os resultados em mapas de fácil visualização e interpretação, sem a necessidade de análises mais avançadas e aplicação das curvas de correlação manualmente. Apenas essa facilidade já é um

grande avanço e garante impactos positivos diretos, com um tempo reduzido entre diagnóstico, análise, confirmação e reparo do vazamento, otimizando os recursos e auxiliando nas demais atividades dos programas de redução de perdas.

Sobre os dispositivos, a própria melhoria dos microfones, hidrofones, amplificadores e da capacidade de processamento dos dispositivos também carrega impactos significativos na precisão dos resultados, com reduzidos casos de alarmes falsos, e apontando localização dos vazamentos com alta precisão. Mesmo os alarmes falsos também são positivos, pois dada a precisão dos novos dispositivos, uma anomalia identificada que não se confirme como um vazamento irá geralmente apontar algum tipo de inconsistência no cadastro de rede ou algum comportamento anômalo de consumidores, que indiretamente podem influenciar nos indicadores de perda e não seriam facilmente identificáveis por outros métodos ou sensores.

A segunda categoria de resultados é dada pelo monitoramento do ciclo de vida dos vazamentos. A base de conhecimentos construída ao longo do processo é disruptiva, pois desde o início com a coleta inicial de dados, integração entre sistemas e setores, já se obtém resultados. O simples início do registro das anomalias já é uma vantagem operacional aos analistas, que passarão a contar com um banco de dados único para acompanhamento. A mera compilação das informações, categorização inicial dos vazamentos e registros de tempo entre a movimentação de cada etapa é valiosa por dar visibilidade (antes inexistente) de indicadores importantíssimos: quanto tempo a concessionária leva entre alarme, diagnóstico e reparo de um vazamento? Algum outro sistema de monitoramento (seja pressão, macro ou micromedição) apontou antes ou depois a mesma anomalia? Esses indicadores permitirão a alocação dos recursos e esforços nas etapas e tecnologias com melhor retorno, e, em especial, otimiza o uso dos recursos mais caros e desgastantes – equipes de campo e de manutenção de rede, também impactando na redução de manutenções e impactos ao abastecimento dos clientes. Ao realizar a análise dos alarmes e eventos, a equipe de analistas e os gestores também terão informações valiosas sobre o que ainda precisa ser monitorado, realocando ou instalando novos sensores de pressão, vazão ou o que for necessário para que a identificação de um vazamento possa ser feita com mais qualidade.

O histórico com respectivas coordenadas também é disruptivo por permitir que os gestores tomem decisões fundamentadas em histórico do campo. Até que ponto é viável economicamente manter uma rede antiga? Quando deverá ser reabilitada? Redes de mesmo material, em mesmas condições de operação da rede estão com os mesmos indicadores de perdas? Qual tipo de reparo é mais estável e apresenta menores índices de reincidência? Alterações nos níveis de pressão da rede estão influenciando em novos vazamentos? Todas essas questões poderão ser respondidas com poucos cliques caso a base de conhecimento seja construída continuamente. Numa visão macro do plano de redução de perdas, estes dados permitirão que a gestão da rede como um ativo, com dados confiáveis para aplicação das curvas de envelhecimento, análise extremamente importante dados que muitos dos contratos das concessões não consideram a reposição de redes como indicadores prioritários.

CONCLUSÕES

A utilização dos métodos acústicos para monitoramento e localização de vazamentos é confiável, utilizada em concessionárias por todo o mundo e com grande potencial das novas tecnologias para auxiliar no controle de perdas de maneira otimizada e com excelente custo-benefício. Porém, a utilização pura dos dispositivos não garante resultados em longo prazo e acaba não sendo integrada aos processos contínuos da concessionária, e por isso este trabalho sugere a utilização em conjunto das novas tecnologias com a metodologia de ciclo de vida dos vazamentos, para construção de uma base de conhecimentos sobre a rede, melhorando o cadastro, o diagnóstico de futuros problemas e garantindo indicadores confiáveis para tomadas de decisão, estando em total harmonia com os programas de controle de perdas já existentes na concessionária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FARLEY, M.. *Leakage management and control. A best practice training manual*, p. 113-116. 2001.

2. TSUTIYA, M. T.. Abastecimento de Água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Edição 4, p. 521. 2006.