

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE MARCAÇÃO PARA LOCALIZAR TUBULAÇÕES PLÁSTICAS DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Allan Saddi Arnesen⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental (UFSC), Mestre em Sensoriamento Remoto (INPE), Especialista em Gerenciamento de Projetos – Práticas do PMI (SENAI). Gerente do Departamento de Acervo e Normalização Técnica da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp).

Samuel Soares Muniz

Engenheiro Sanitarista e Ambiental (UFJF), Pós-graduado em Gestão de Recursos Hídricos (UNINTER). Engenheiro do Departamento de Acervo e Normalização Técnica da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp).

Gabriel Da Silva Leite

Técnico em edificações (ETEC), Graduando em Engenharia Civil (Universidade São Judas Tadeu). Encarregado de água da Unidade de Gerenciamento Regional Jardins da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

Jorge Dequech

Graduado em Engenharia Agrônômica pela ESALQ (USP). Sócio da empresa SONDEQ – Diretor da divisão de Equipamentos de Sondagem e Métodos Não Destrutivos (MND).

Endereço⁽¹⁾: Rua Costa Carvalho, 300 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05429-900 - Brasil - Tel: +55 (11) 3388-9541 - e-mail: aarnesen@sabesp.com.br.

RESUMO

A concorrência por espaço no subsolo é grande e os riscos de danos e acidentes pelas ações de manutenção e ampliação das infraestruturas (saneamento, gás, elétrica, telecomunicações) são elevados. O uso de tecnologias de localização é importante para proteger os ativos das empresas de infraestrutura, permitindo a identificação precisa das tubulações e facilitando a gestão do sistema. O objetivo deste trabalho é avaliar a aplicação do fio marcador e esfera marcadora para localização de tubulações de água em uma área urbana densamente ocupada. A metodologia adotada no trabalho consistiu nas etapas: seleção do local para teste; materiais e equipamentos para localização de tubulações de água; instalação da tubulação e dos materiais marcadores; e teste de localização. O teste utilizando as tecnologias marcadoras permitiu a localização da tubulação e a visualização da variação da sua profundidade em áreas urbanas densamente ocupadas. A utilização de esferas marcadoras permitiu a identificação precisa de singularidades da rede. A tecnologia de detecção de ativos enterrados, como o fio marcador e as esferas marcadoras, permite a localização precisa e segura das tubulações, reduzindo riscos de danos acidentais e minimizando os impactos à população, além de possibilitar o cadastro técnico com alta precisão.

PALAVRAS-CHAVE: Métodos Não Destrutivos, Tecnologias Marcadoras, Interferências.

INTRODUÇÃO

A infraestrutura subterrânea é fundamental para o funcionamento das cidades modernas. No entanto, o envelhecimento dessa infraestrutura existente e a crescente demanda por novos serviços subterrâneos, como a expansão de redes de telecomunicação, gás, elétrica e de saneamento, têm levado as empresas de infraestrutura a buscarem soluções para localizar e avaliar a condição dos ativos enterrados (CORTELLO et al., 2007).

Especificamente para as redes de distribuição de água, o método não destrutivo de Perfuração Horizontal Direcional (HDD, do inglês: *Horizontal Directional Drilling*) reduz a necessidade de escavações e causa menos transtornos à população do entorno. Quando observados os requisitos previstos em norma (NTS0324), esse método proporciona um ambiente mais seguro para a execução das obras e reduz o tempo e o custo necessários para a realização dos trabalhos.

No entanto, em subsolos densamente ocupados e repletos de interferências, o traçado da tubulação de água pode ter que ser profundo e dificultar ainda mais a localização da tubulação.

Nesse contexto, o uso de tecnologias de localização, como o uso de fios e de esferas marcadoras, é de extrema importância para proteger os ativos das empresas de infraestrutura. Além disso, a utilização dessas tecnologias pode trazer benefícios para a eficiência operacional das concessionárias de água, uma vez que permite a identificação precisa das tubulações, facilitando a gestão do sistema e a tomada de decisão em relação às operações de manutenção e expansões da rede.

Este artigo técnico tem como objetivo avaliar a aplicação do fio e esferas marcadoras para permitir a localização a qualquer tempo da rede de distribuição de água em uma área urbana densamente ocupada, com riscos de sinistros entre diversos tipos de infraestrutura. Será descrita a metodologia utilizada para selecionar o local de teste, os materiais empregados e a tecnologia de identificação.

O trabalho também destaca o viés inovador dessa solução em âmbito nacional, buscando trazer para o Brasil uma aplicação utilizada em países desenvolvidos como os EUA e europeus. Dessa forma, a proposta deste artigo é contribuir para a discussão sobre a importância do uso de tecnologias de localização na proteção dos ativos de empresas de infraestrutura, garantindo a segurança das tubulações, reduzindo as perdas de água e aumentando a eficiência operacional.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar a aplicação do fio marcador e esfera marcadora para localização de tubulações de água em uma área urbana densamente ocupada, visando localizar (a qualquer tempo) a tubulação de água e reduzir os riscos de sinistros entre as empresas de infraestrutura.

METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia adotada no trabalho consistiu nas seguintes etapas: seleção do local para teste, materiais e equipamentos para localização de tubulações de água, instalação da tubulação de água e do fio marcador, e teste de localização da tubulação de água.

Seleção do local para teste

Foi selecionada uma área urbana densamente ocupada com infraestrutura de saneamento, gás, elétrica e telecomunicações, onde o risco de ocorrência de danos nos ativos localizados no subsolo é significativo. A Unidade de Gerenciamento Regional (UGR) Jardins, responsável por uma área que cobre boa parte da Unidade de Negócios Centro da Metropolitana da Sabesp, foi escolhida para o teste.

A obra escolhida consistia em uma tubulação polietileno DE 110 na Avenida Horácio Lafer, localizada no Itaim Bibi, para abastecimento exclusivo de um empreendimento localizado na Rua Professor Atilio Innocenti. Todo o trecho da obra está apresentado na cor vermelha da Figura 1. Todavia, o fio marcador foi instalado somente no trecho da Avenida Horácio Lafer, de comprimento total de 215 metros.

Figura 1 – Planta do local selecionado para teste.



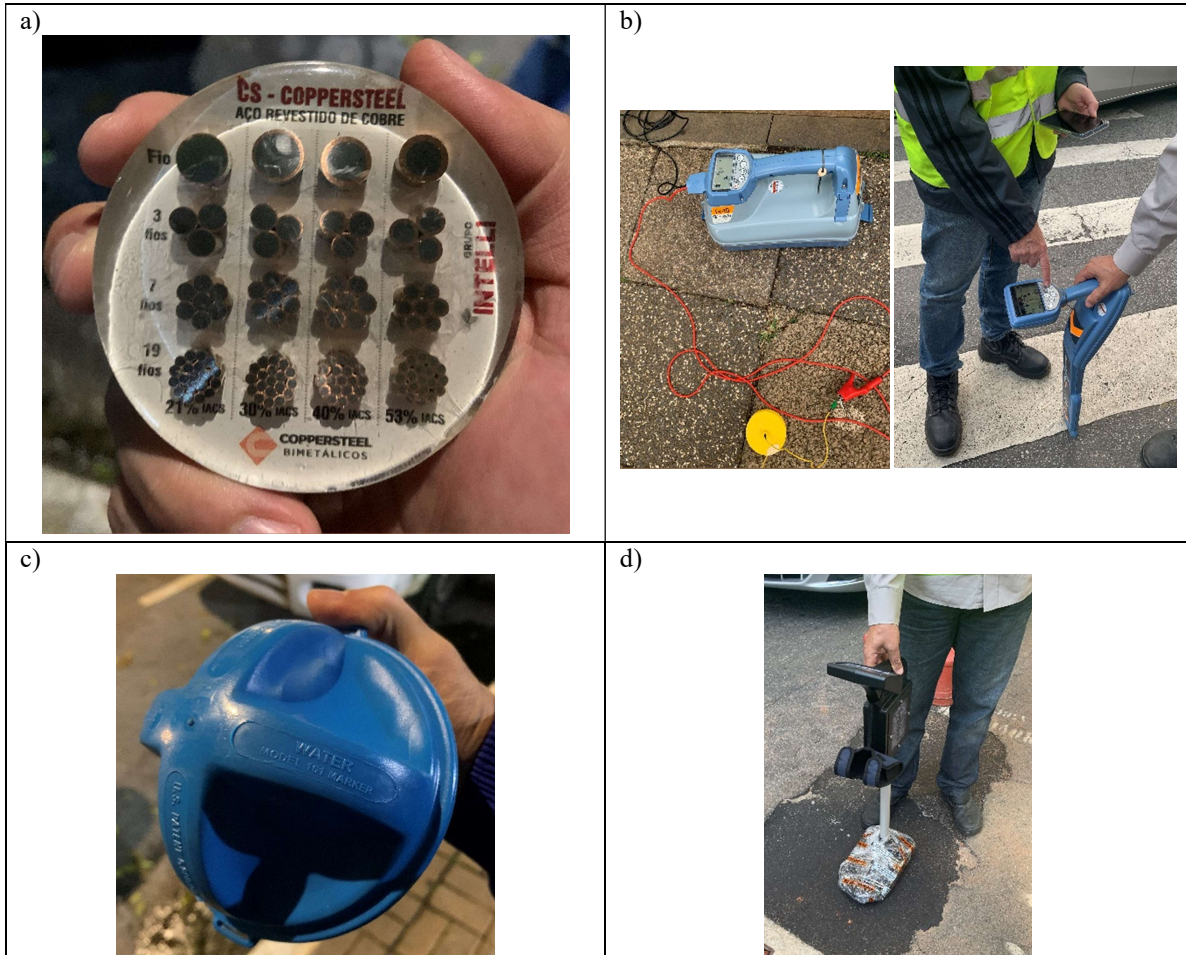
Deve-se destacar que o trecho é repleto de interferências no subsolo, o que exigiu que o traçado tivesse uma profundidade máxima de cerca de 2,3 metros. Além dos desvios verticais, também foram necessários desvios horizontais no traçado para não provocar danos em infraestruturas de outras empresas. Todas as interferências foram mapeadas antes do início da instalação dos tubos.

Materiais e equipamentos para localização de tubulações de água

A seguir estão apresentadas as especificações dos materiais e equipamentos para localização de tubulações de água aplicados no teste:

- Fio marcador (Figura 2a): fio CS 12 AWG - 21% LCA – Isolado. Marca Coppersteel Bimetálicos Ltda. Composto de aço na parte interior e cobre na parte exterior. Diâmetro 2,05 mm. Condutividade 21 % IACS. Isolamento com espessura de 0,80 mm. Cor azul. Fornecido em bobinas de madeira conforme ABNT NBR 11137.
- Equipamentos de localização do fio marcador (Figura 2b): conjunto localizador de tubos e cabos metálicos enterrados composto por receptor. Marca Radiodetection, Modelo RD8200 e transmissor Modelo TX10.
- Esfera marcadora (Figura 2c): esferas marcadoras eletrônicas, marca Tempo, modelo Omni Markers 2®. Equipado com bobinas ressonantes capaz de emitir um campo eletromagnético dipolo quando estimulado. Equipado com mecanismo autonivelante de dois eixos a seco sem a presença de líquidos e possíveis contaminantes de solo. Cor azul, frequência de 145,7 kHz \pm 0,35%, fabricado em PEAD selado com vida útil de mais de 50 anos, diâmetro de 100 mm, peso 0,154 kg.
- Equipamentos de localização da esfera marcadora (Figura 2d): aparelho detector de esferas marcadoras eletrônicas, marca Tempo, modelo EML100. Equipamento portátil que manuseado sobre as esferas marcadoras é capaz de detectar o sinal eletromagnético ressonante emitido pelas esferas e identificar o tipo de esfera que está enterrada.

Figura 2 – Fio marcador confeccionado de aço revestido com cobre (a); equipamentos transmissor e detector para localização do fio marcador (b); esfera marcadora para aplicação em redes de distribuição de água (c); equipamento detector para localização da esfera marcadora.



Instalação da tubulação de água e dos materiais marcadores

A instalação dos materiais marcadores (fio e esferas) ocorreu em conjunto com a instalação da tubulação de polietileno DE 110. O método não destrutivo de instalação adotado foi o HDD.

Foram executados dois furos, de pouco mais de 100 metros cada, com uma vala intermediária. O cabo foi puxado em conjunto com a tubulação de polietileno, tendo sido fixado na ponta do tubo, conforme Figura 3.

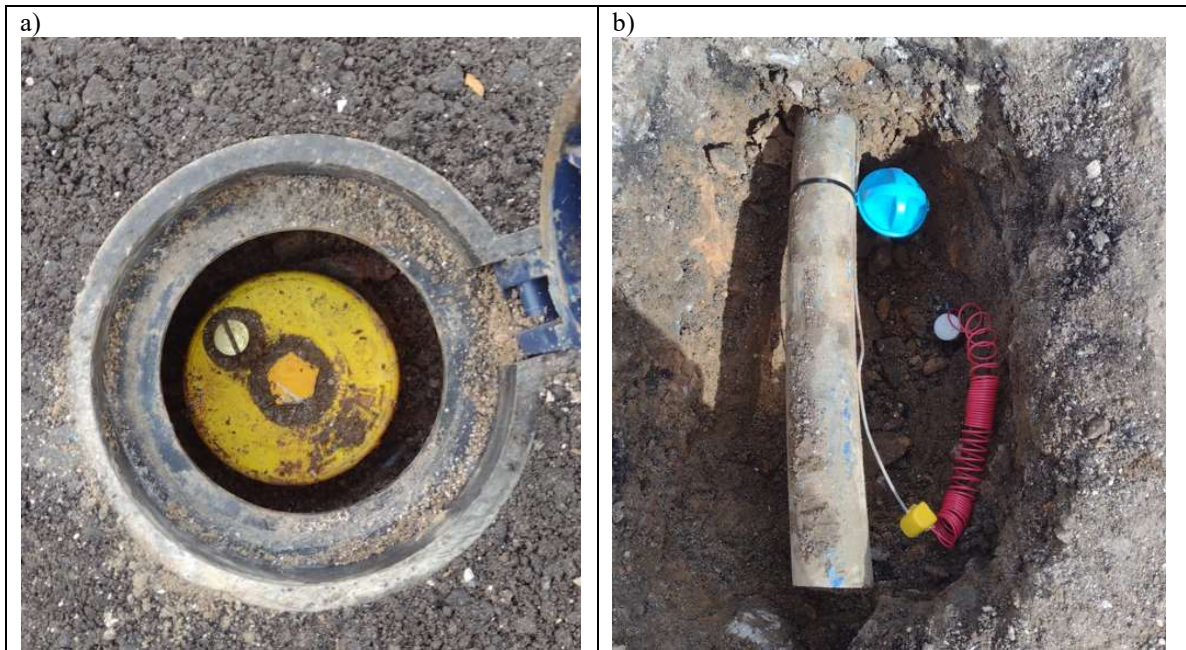
O fio marcador foi adicionado cerca de 2 metros para dentro do tubo, utilizando fita adesiva, e fixado na cabeça de puxada. Esta quantidade de fio adicionada para dentro do tubo foi importante para realização das conexões após o furo. Também foram utilizadas abraçadeiras plásticas para fixar o fio marcador no tubo a cada 2 metros, aproximadamente, especialmente no trecho inicial do puxamento.

Foi instalado, na vala inicial, um 'ponto de teste' (Figura 4a) para que seja injetado um sinal eletromagnético quando desejar-se localizar a tubulação. Na vala final (extremidade oposta), foi instalado um ponto de aterramento (Figura 4b).

Figura 3 – Fixação do fio marcador no tubo a ser puxado.

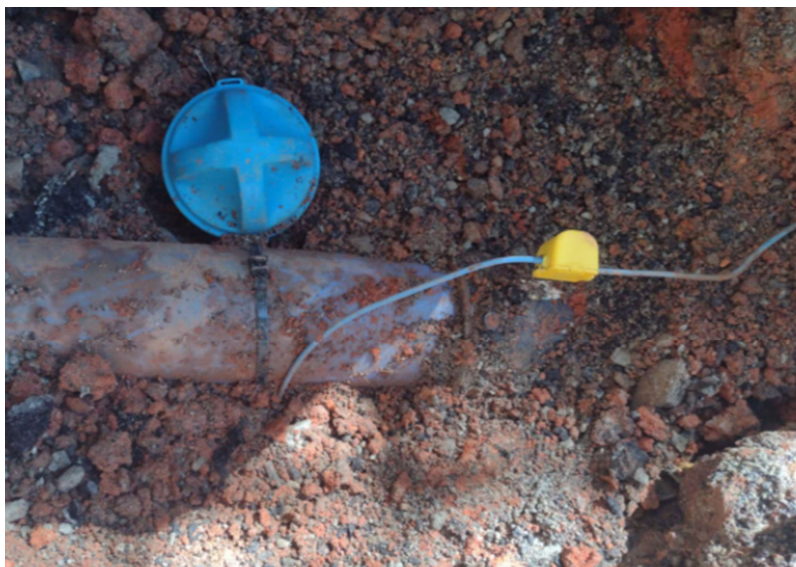


Figura 4 – ‘Ponto de teste’ para injeção do sinal eletromagnético na vala inicial (a) e aterramento executado na vala final (b).



As esferas marcadoras foram instaladas nas três valas (inicial, intermediária e final), que correspondem a pontos de singularidades que necessitariam de identificação posterior. A vala intermediária, especialmente, foi escolhida como ponto de instalação da esfera para que esse equipamento de localização ficasse junto à luva de eletrofusão (Figura 5), ponto de solda cujo potencial de vazamento é superior ao restante do trecho.

Figura 5 – Esfera marcadora instalada próxima à luva de solda por eletrofusão na vala intermediária.



Por fim, como o trecho foi executado a partir de 2 furos, foi realizada a emenda dos dois cabos na vala intermediária por meio de um conector (amarelo), como é possível verificar na Figura 5. É essencial que esse conector seja corretamente instalado para garantir a transmissão de sinal e evitar a entrada de umidade nesse ponto de conexão.

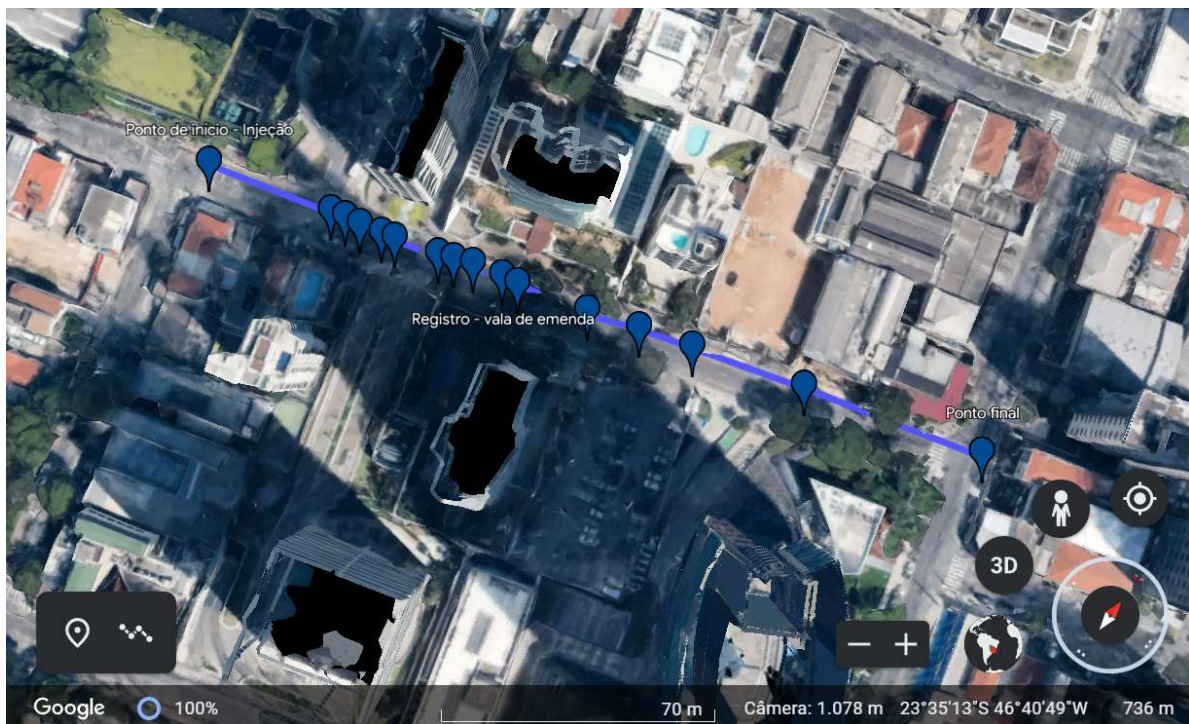
Teste de localização da tubulação de água

O teste consistiu em localizar o trecho de tubulação plástica que havia sido instalado com o fio marcador e as três singularidades em que as esferas marcadoras foram instaladas.

Inicialmente, foi instalado o equipamento transmissor de sinal eletromagnético no ‘ponto de teste’, identificado na Figura 6 como “Ponto de início – Injeção”. A frequência escolhida foi de 8 quilohertz, que se distancia significativamente da frequência de transmissão elétrica (de 60 hertz), o que é positivo para reduzir a chance de interferências influenciarem no resultado.

Em seguida, utilizou-se o detector acoplado ao aplicativo *RDMap* para registrar os pontos e vinculá-los a coordenadas geográficas. Destaca-se que, no caso deste teste, a precisão do GPS era limitada pela qualidade do smartphone utilizado. Posteriormente, em escritório, os pontos foram corrigidos para que ficassem posicionados linearmente no caminhamento realizado durante o teste. Os pontos levantados estão representados na Figura 6.

Figura 6 – Pontos registrados durante o teste sobre a tubulação plástica com fio marcador.



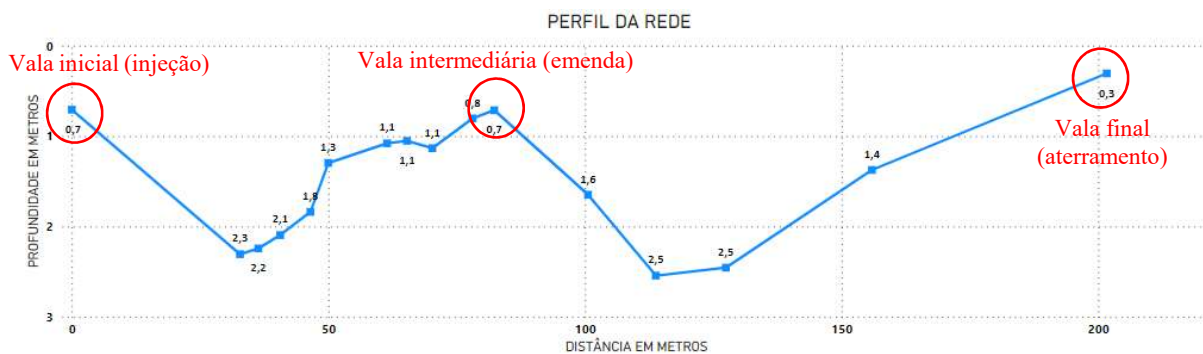
ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As tecnologias marcadoras utilizadas permitiram a localização da tubulação e suas singularidades a qualquer tempo. No dia do teste, o levantamento do perfil da rede foi definido com base no caminhamento sobre a rede (ver Figura 7), sendo registrados pontos por meio do aplicativo *RDMap*. A Figura 8 apresenta o perfil de profundidade em função da distância do caminhamento, iniciando na vala inicial (de injeção do sinal elétrico), passando pela vala intermediária onde foi feita a emenda dos tubos e finalizando na vala final.

Figura 7 – Execução do caminhamento sobre a rede.



Figura 8 – Perfil de profundidade da rede ao longo do caminhamento.



O perfil retratou perfeitamente os aumentos de profundidade que foram necessários no traçado da rede para desviar das interferências que haviam no trajeto. As profundidades chegaram a superar 2 metros, conforme evidencia a Figura 8, no trecho entre a vala inicial e a vala intermediária e entre esta última e a vala final.

Ao longo da localização, apesar de outras interferências eletromagnéticas (como a rede elétrica) estarem amplamente presentes, causando certo ruído em alguns pontos, a rede foi perfeitamente detectada devido à faixa de frequência ser específica (8 quilohertz) e distante das frequências de redes elétricas e de telecomunicações.

As esferas foram posicionadas em pontos de interesse, como a luva de eletrofusão (na vala intermediária). Conhecendo-se a localização aproximada dessa singularidade da rede (na vala intermediária), a esfera marcadora permitiu identificar com precisão o local exato da luva (Figura 9).

Figura 9 – Equipamento de detecção posicionado no local exato da esfera marcador instalada junto à luva de eletrofusão utilizada para união dos tubos na vala intermediária.



CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

A crescente demanda por novas instalações subterrâneas, como redes de telecomunicação, gás, elétrica e de saneamento, exige que os serviços de localização sejam cada vez mais importantes para a gestão das infraestruturas subterrâneas.

Sendo assim, é evidente que a utilização do fio marcador, juntamente com outras tecnologias como as esferas marcadoras, são alternativas viáveis para a localização precisa e segura das tubulações, reduzindo o risco de danos acidentais durante intervenções de manutenção ou ampliação da rede.

Para uma adoção gradual dessas tecnologias, é recomendado priorizar a instalação em vias importantes de comércio, corredores de ônibus e vias de grande tráfego, bem como locais com risco de interferências de gás, energia elétrica e fibra óptica, áreas sensíveis e de proteção ambiental, considerando a rapidez e assertividade necessárias em futuras ações.

No caso do teste realizado em uma área densamente habitada, a utilização de esferas marcadoras permitiu localizar singularidades estratégicas de forma precisa, o que reduz a necessidade de abertura de valas de sondagem para comprovação da localização do ativo em serviços de mapeamento de interferências e minimiza os impactos à população. Além disso, a tecnologia do fio marcador também pode ser utilizada para a realização do cadastro técnico das tubulações, permitindo que as redes sejam georreferenciadas com alta precisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT - NBR 11137 (2017). Carretel de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos — Dimensões e estruturas.
2. COSTELLO, S.B., CHAPMAN, D.N., ROGERS, C.D.F., METJE, N. *Underground asset location and condition assessment technologies. Tunnelling and Underground Space Technology*, v.22, n.5-6, p. 524-542, set-nov. 2007.

3. NTS0324 - Instalação de redes de distribuição de água, adutoras e linhas de esgoto pressurizadas em polietileno por meio de Método Não Destrutivo do tipo Perfuração Horizontal Direcional (HDD). Disponível em: <https://normastecnicas.sabesp.com.br/>