

Ensaio Geométricos no Estudo de Dutovias em Subsuperfície

Marcelo Augusto Martins Jeronymo, Sidney Wallace Marques dos Santos; Brain Tecnologia LTDA.

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Resumo

O presente trabalho visa apresentar os resultados de ensaios não destrutivos utilizados na detecção de dutos diversos em subsuperfície utilizando para isso métodos geofísicos-geométricos tais como GPR (Ground Penetration Radar) e PCM (Pipe Current Mapper). Essas metodologias sobressaem-se de outras principalmente por não possuírem caráter invasivo e impactante no meio ambiente.

Os aparelhos utilizados foram um GPR da marca RAMAC da empresa sueca MALA Geoscience com antenas de 200 MHz e um PCM da empresa Radio Detection.

O uso destas ferramentas permite determinar a localização geográfica exata das dutovias que muitas vezes foram projetadas e executadas a várias décadas, apresentando assim registro incerto ou incompleto, além de possibilitar também o seu monitoramento, bem como os dutos de idades recentes, tentando evitar acidentes já que os mesmos encontram-se enterrados em baixas profundidades, situados por vezes em encostas sujeitas a instabilidade geotécnica ou cruzando cursos d'água onde atuam processos erosivos no leito e nas margens, diminuindo assim a cobertura dos dutos.

Introdução

A área abordada neste trabalho situa-se no município de Campinas, estado de São Paulo, Brasil, e está inserida na Bacia do Paraná, em região onde afloram rochas sedimentares (Arenito, Diamictito, Folhelho, Ritmito) do Grupo Itararé, de idade Paleozóica. Pontualmente há a presença de depósitos aluvionares de idade Cenozóica.

O estudo abrangeu um trecho médio de 208 metros de extensão e 26 metros de largura (figura 1) em uma dutovia composta por cinco dutos metálicos, sendo um destes já em desuso, com diâmetros de 10 polegadas (0.25 metros) até 24 polegadas (0.61 metros) e coberturas (distância do solo à geratriz superior) variando de aproximadamente 0.18 metros a pouco mais de 3.70 metros.

No local, um pequeno curso d'água com uma profundidade média da calha de 2.40 metros e, uma espessura aproximada da lâmina d'água de 0.35 metros, cruza transversalmente o sentido da tubulação.

Pretende-se com este projeto, discutir os resultados da aplicação de diferentes metodologias geofísicas-geométricas na detecção e localização de tubulações enterradas, bem como descrever e analisar as condições de estabilidade, identificando e monitorando descontinuidades geradas, por exemplo, em movimentações de massa/rocha, processos erosivos tais como o solapamento de margens de cursos d'água ou acomodação do aterro dentro da calha duto bem como pequenos deslocamentos resultantes de vibrações da passagem dos fluidos ao longo dos anos.



Figura 1: Delimitação do trecho de estudo da dutovia e espaçamento de estacas. Nota-se a presença de pequeno depósito aluvionar próximo ao curso d'água, ambos dentro da área de estudo.

Metodologia

• GPR:

O GPR (Ground Penetration Radar) ou Radar de Penetração no Solo é um método geométrico que emite ondas eletromagnéticas de alta frequência (entre 1 e 1000 MHz) no solo através de um par de antenas, sendo uma transmissora e a outra receptora, separadas entre si por uma distância padrão determinada pela frequência da antena utilizada.

A antena transmissora emite pulsos eletromagnéticos através do solo que irão refletir ou refratar de acordo com a condutividade/permisividade dielétrica dos materiais que estas ondas interagirem. Os pulsos refletidos retornam à superfície sendo registrados em função do tempo de chegada do sinal (em nanossegundos), à antena receptora. Esse tempo obtido será convertido em profundidade através da velocidade de propagação da onda. Ao final, o conjunto destes sinais irá formar a imagem (dado bruto) do material inspecionado, neste caso, os dutos.

Para este estudo foi utilizado um radar RAMAC da empresa MALA Geoscience com antenas de 200 MHz e um espaçamento entre antenas de 1,0 metro com um

disparador entre os traços de 0.15 metros.

As seções foram adquiridas em sentido transversal ao sentido do duto, com espaçamento entre estacas de 5 metros. Foi obtida também uma linha longitudinal para avaliar possíveis descontinuidades na região onde se encontram os dutos.

- **PCM:**

O PCM (Pipe Current Mapper) ou Mapeador de Corrente em Tubulações é um método que utiliza ondas elétricas de Pulso Induzido. Seu princípio de funcionamento consiste em passar por uma tubulação metálica, uma corrente elétrica com uma frequência específica, da ordem de kHz, que irá gerar um campo eletromagnético circular em torno do duto. Este campo será captado na superfície por um receptor calibrado na mesma frequência da corrente emitida na tubulação, determinando assim o posicionamento do eixo do campo magnético e consequentemente o eixo do duto.

Neste trabalho, utilizou-se um Mapeador de Corrente da empresa ABEM Instrument AB calibrado para captar uma frequência de 512 kHz utilizando uma corrente elétrica de 650 mA. Para a tubulação desativada, usou-se uma corrente de 300mA, mas de mesma frequência das demais. Os pontos de leitura do campo magnético gerado no subsolo foram marcados com estacas acima de cada duto, e o intervalo entre estas foi definido em 2.5 metros.

Cabe salientar, que ao final do processo de aquisição, foram levantadas as coordenadas topográficas (X,Y,Z) dos pontos de estaqueamentos registrados pelos dados do PCM e do GPR, para que após correção matemática, obtenha-se da cota Z do PCM a real distância do solo à geratriz (superior) do duto. Essas coordenadas também serão utilizadas para local os traços adquiridos na aquisição do GPR.

Resultados

As seções obtidas pelo GPR serão processadas por um software conhecido como GRADIX, que irá a partir dos dados brutos utilizar parâmetros de filtragem para melhorar a visualização da seção adquirida. Este processo de filtragem tende a eliminar ao máximo os ruídos causados por interferências externas, tais como: rede elétrica, cercas, estradas, rios, pontes, etc. Realizar a transformação de tempo em profundidade e aplicação da topografia na seção.

A etapa posterior abrange a interpretação, que utilizando-se de um software conhecido como SeisVision, é feita a integração dos dados coletados tanto pelo método do GPR quanto pelo método PCM, casadas com as informações topográficas adquiridas. Esta interpretação consiste no reconhecimento das difrações definida pelo GPR (hipérbole), auxiliada pela plotagem da cota Z adquirida pelo PCM sobre a imagem difratada do radar.

As figuras 2 e 3 mostram o exemplo de uma seção de GPR apresentando sinais indicativos da presença de dutos (hipérboles), estes sinais podem nos levar ao reconhecimento dos mesmos e seus possíveis posicionamentos. Entretanto, se conjugarmos estas informações com os dados de rádio frequência do PCM,

teremos uma melhor interpretação do posicionamento dos dutos com uma maior precisão. A figura 4 mostra uma seção longitudinal, ou seja, paralela à direção dos dutos, apresentando uma interpretação radar estratigráfica, onde é possível delimitar o aterro da calha do duto, e limites inferiores do aluvião e também de grande importância, as características geotécnicas do terreno, mapeando as superfícies de movimentação do solo, o que permite relacioná-las com o aterro, possíveis estruturas geológicas, influência do curso d'água ou quais estão associadas à declividade. Com estes recursos é possível analisar os esforços a que os dutos estão sujeitos, colocando-os em risco estrutural.

Este casamento de informações oriundas desses métodos, se plotadas em um software de desenho técnico como por exemplo AutoCAD, permitirá uma análise dos dados obtidos em cada duto de uma forma mais dinâmica e completa, além da vantagem de poder-se observar qualquer ponto da dutovia, e não apenas nas seções do georadar. (figura 5)

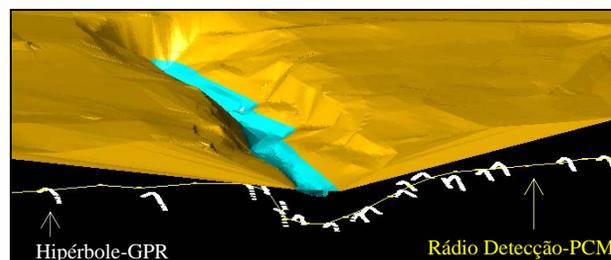


Figura 5: Casamento dos dados de topografia, GPR e PCM, plotados no AutoCAD. Trecho do curso d'água na dutovia.

Por tratarem-se de métodos indiretos e para corroborar as informações obtidas, foram realizados furos no solo, em pontos específicos, onde introduziu-se uma haste com o intuito de determinar de maneira direta a localização e profundidade dos dutos.

Conclusões

Diante do exposto pode-se concluir que devido à falta de informações sobre a localização geográfica exata das dutovias que muitas vezes apresentam registro incerto ou incompleto faz com que estes métodos se tornem ferramentas bastante úteis, além de conjugarem rapidez e economia. Entretanto, estas metodologias não substituem outras já consagradas, mas quando usadas em conjunto podem ser especialmente interessantes, principalmente no que diz respeito ao monitoramento preventivo de dutovias, tentando evitar acidentes, visto que os mesmos geralmente se encontram à profundidades de 1.0 a 1.5 metros.

Referências

- ANNAN, A. P. - Ground Penetration Radar – Workshop Notes, 200pp, Mississauga, Canadá, 2000.
- Galli, V. L. & Souza, L. A. P. GPR – Exemplos de Aplicação. 6º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica. Rio de Janeiro - RJ, 1999.
- Swedish Geological. Crosshole Investigations – Results From Borehole Radar Investigations. Companhia Suéca de Geologia. Bromma - Suécia, 1990.

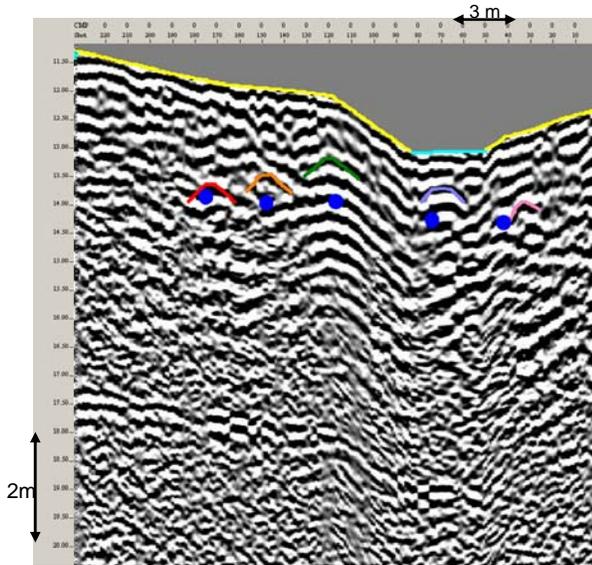


Figura 2: seção de GPR apresentando sinais indicativos da presença de dutos (hipérboles) com dados de rádio frequência - PCM

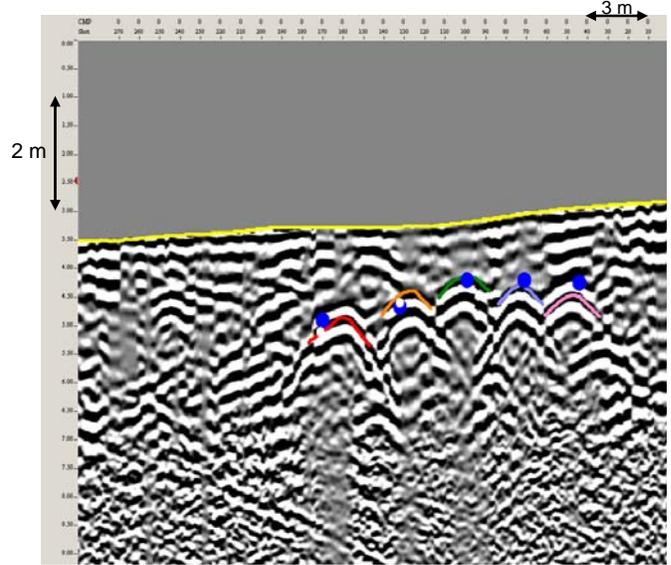


Figura 3: seção de GPR apresentando sinais indicativos da presença de dutos (hipérboles) com dados de rádio frequência - PCM

Legenda	
●	Leitura do PCM
⤿	Difração Definida Pelo GPR
○	Inspeção Direta

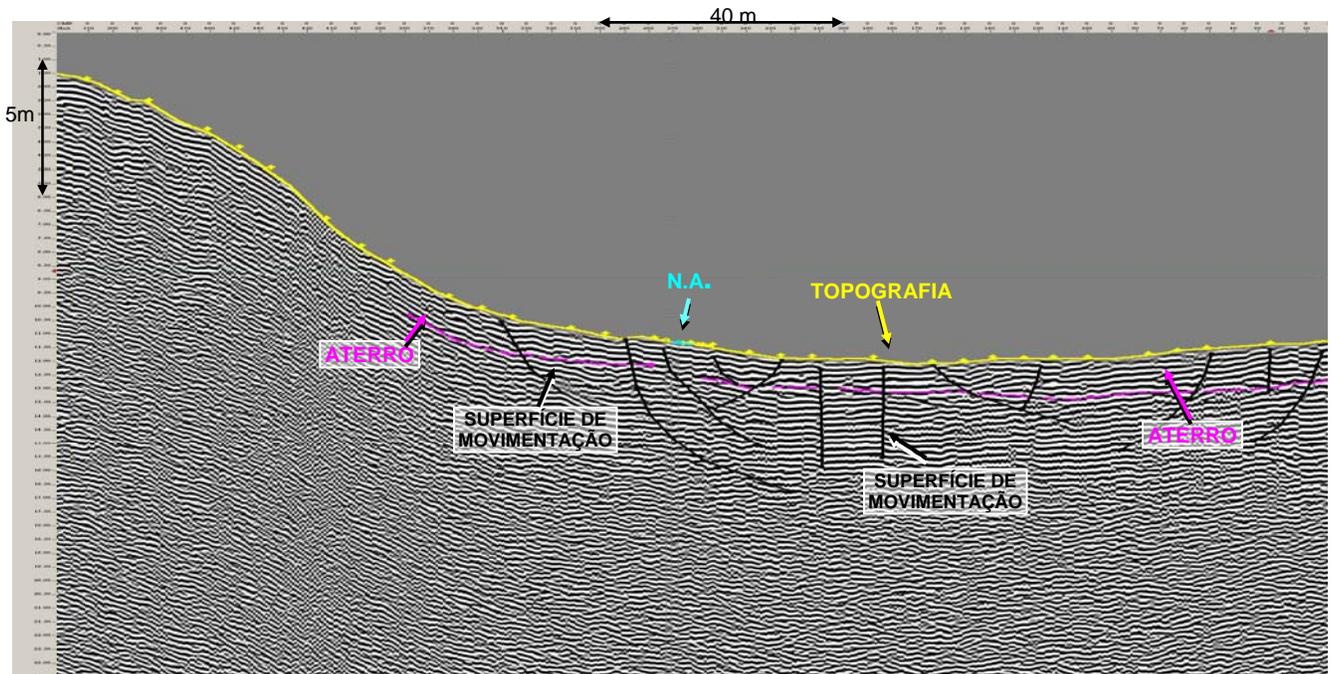


Figura 4: seção longitudinal ao sentido dos dutos.