

Geo-Radar Para a Detecção de Contaminação por Hidrocarboneto

Wagner França Aquino - Cia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB)

Jamile Dehaini - IG/CEPAS/Universidade de São Paulo (USP)

José Milton Benetti Mendes – IG/CEPAS/Universidade de São Paulo (USP)

RESUMO

O método geofísico empregado nesta pesquisa foi o Geo-Radar ou GPR (Ground Penetrating Radar) com o objetivo de detectar a contaminação existente em subsuperfície decorrente de vazamento de combustível (gasolina e óleo diesel). O estudo se desenvolveu em dois postos de serviço localizados em áreas urbanas, e cujo resultado referente à contaminação do solo e da água subterrânea (pluma), se apresenta nas seções de Geo-Radar como uma atenuação do sinal da onda eletromagnética.

Graças à alta resolução que este método apresenta, em comparação aos demais métodos geofísicos, foi possível, além da identificação das feições geológicas e hidrogeológicas, mapear a contaminação em subsuperfície, e cujos resultados puderam ser aferidos através de dados de sondagens e amostragens.

Os dados provenientes do levantamento geofísico permitiram aferir, portanto, a potencialidade que este método geofísico possui para a resolução de problemas ambientais de geologia rasa em áreas urbanas.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de vazamentos de combustíveis a partir de postos de serviço é crescente nos últimos anos e muitos estudos vem sendo desenvolvidos na tentativa de caracterizar o meio físico e remediar esses locais contaminados, com destaque para o trabalho de Oliveira (1992), cuja pesquisa, pioneira no Brasil, já apontava os riscos que este tipo de problema acarreta aos aquíferos e também à população.

Após o vazamento, o produto (hidrocarboneto) pode se apresentar em fases distintas em subsuperfície (Oliveira, 1992), que são a fase livre (produto sobrenadante ao nível freático), a fase dissolvida (produto diluído na água subterrânea), fase adsorvida ou retida no solo e fase de vapor (volatilização dos compostos).

A maior parte desses eventos acontece em áreas urbanas, dificultando, devido às interferências de superfície e, também, de subsuperfície, a utilização de dois dos principais métodos geofísicos empregados em estudos ambientais, que são os métodos de eletrorresistividade e eletromagnético (EM). Outro aspecto que prejudica a detecção dos hidrocarbonetos, e que mostrou-se um dos maiores desafios à inviabilizar o emprego de levantamentos geofísicos, até então, é a natureza apolar dos compostos orgânicos, pois as investigações geofísicas em locais contaminados por vazamentos se baseiam nas propriedades elétricas do meio. Entretanto, recentemente, estão sendo executados ensaios utilizando-se o método de Geo-Radar, GPR (Ground Penetrating Radar), cujos resultados vem revelando o potencial desta técnica geofísica na investigação de hidrocarbonetos impregnados no meio geológico (Sauck et al., 1998).

METODOLOGIA UTILIZADA

O método de Geo-Radar ou GPR (Ground Penetrating Radar) é um método eletromagnético de investigação geofísica, diferente dos tradicionais, uma vez que se baseia na emissão de pulsos de ondas eletromagnéticas de alta frequência, e não na indução de campos eletromagnéticos em subsuperfície. Na frequência em que o Geo-Radar opera (10 a 1000 MHz), a propagação do pulso de energia eletromagnética se comporta como um pulso de onda elástica (sísmica), sofrendo, portanto, refração e reflexão ao passar por meios com permissividades dielétricas relativas (ϵ) diferentes (Davis e Annan, 1989). Portanto, a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas nas frequências de Geo-radar depende principalmente da permissividade dielétrica, ou coeficiente dielétrico, do meio, e que sua por vez depende da quantidade de água no solo e nas rochas, e consequentemente da condutividade do terreno (Topp et al., 1980).

A princípio, a possibilidade de utilização de levantamentos com o Geo-Radar para a detecção de hidrocarbonetos está associada à baixa condutividade aparente (σ) e baixa permissividade dielétrica (ϵ) apresentada por esses compostos (Sauck et al., 1998).

A frequência de emissão da antena é escolhida de modo a fornecer a melhor relação entre a penetração e a resolução para determinado alvo. A maioria dos sistemas podem operar a várias frequências, porém aquelas situadas na faixa de 100 a 500 MHz são as mais comuns para os estudos ambientais e geotécnicos.

LEVANTAMENTOS DE CAMPO

Os dois locais de estudo se situam em sobre depósitos aluvionares, e a geologia dessas duas áreas distintas é bem similar entre si, ou seja, são constituídos de sedimentos argilosos e arenosos. O aquífero é freático nesses dois locais, com nível d'água variando entre 1,5 e 3,0 metros de profundidade.

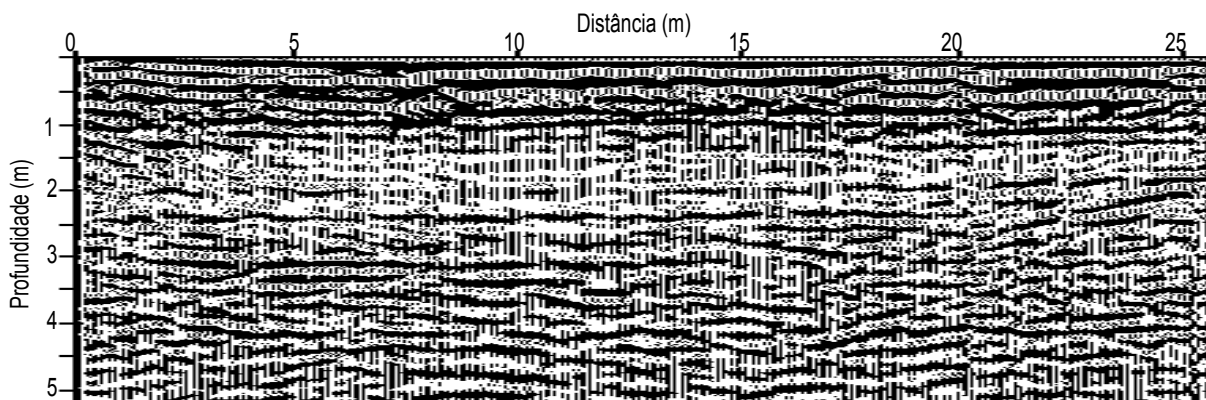
O primeiro local foi investigado em dezembro de 1996, sendo que naquela data não foi possível estimar a idade do vazamento. Em contrapartida, na segunda área, aparentemente, o vazamento havia ocorrido recentemente, e os estudos foram iniciados em junho de 1998.

Utilizou-se nesses levantamentos a antena de 400 MHz, que responde aos contrastes e atenuações com grande resolução e com melhor detalhamento das estruturas geológicas na profundidade de investigação de interesse (até 4 metros). O equipamento utilizado no levantamento de campo foi o Geo-Radar modelo Ramac, marca Mäla Geoscience. O arranjo de campo utilizado foi o dipolo ou common offset, cujas distâncias fixas entre as antenas foi de 0,6m, com intervalo de medidas de 0,2m.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Todas as seções de Geo-Radar apresentaram uma zona de sombra, que correspondem a pluma de contaminação provocada pela presença de hidrocarboneto no solo, confirmada pelas sondagens executadas nas áreas. No primeiro local, se o

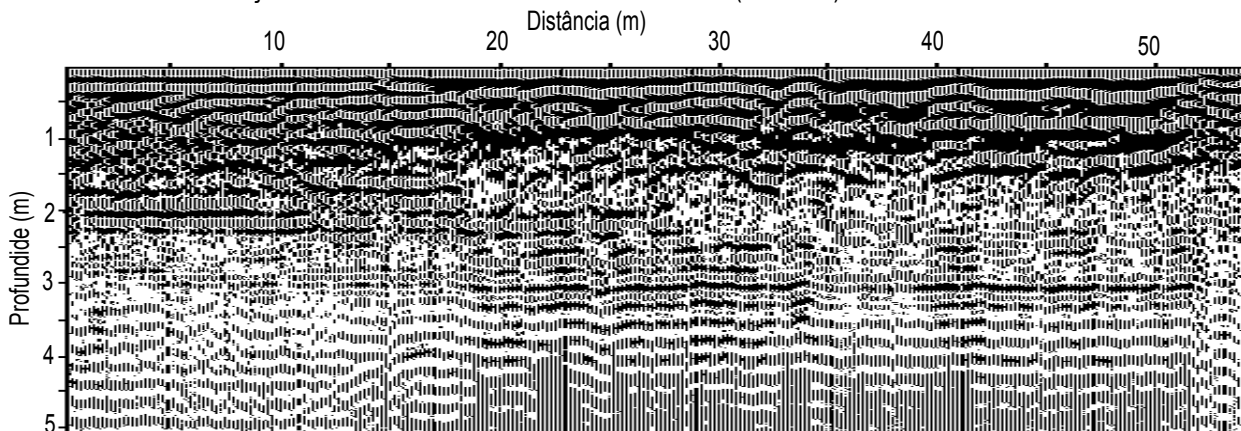
Área 1 - Seção de Geo-Radar para detecção de vazamento de combustível



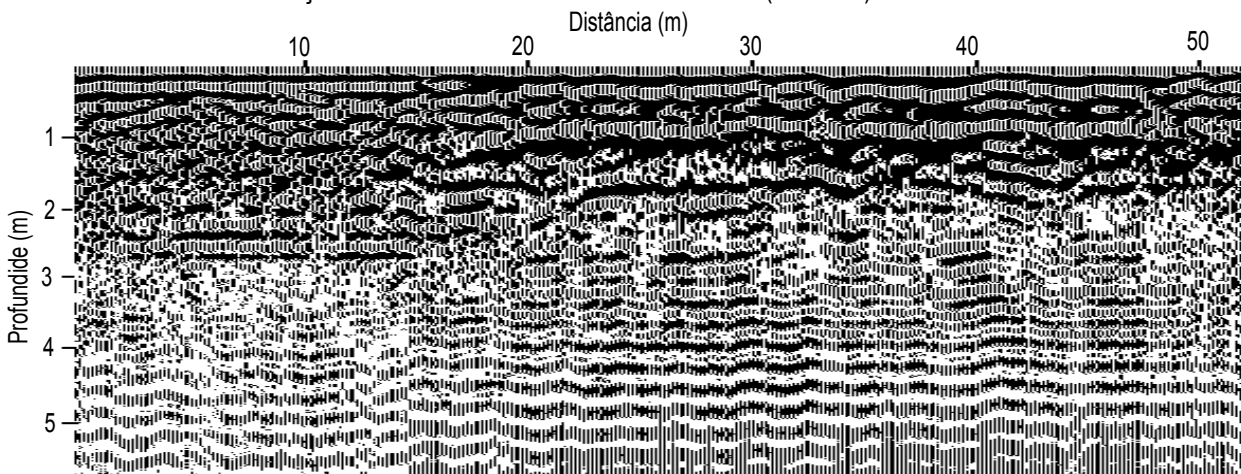
vazamento for antigo, existe a possibilidade de estar havendo atividade microbiana de degradação do combustível. Essa biodegradação tem como resultado a produção de compostos inorgânicos, o que acarretará num aumento da condutividade do terreno e atenuará o sinal do Geo-Radar. Essa conclusão é a mesma que Sauck (1998) obteve no seu recente trabalho em área de vazamento de combustível, uma vez que seus estudos foram reforçados pela utilização de dados de condutividade utilizando-se, também, métodos eletromagnéticos (EM).

Para o segundo caso, cuja a idade do vazamento deve ser mais recente e a atividade dos microorganismos ainda não tão intensa, a atenuação do sinal (zona de sombra) pode ser proveniente da proximidade dos valores de permissividade dielétrica (ϵ) entre o hidrocarboneto e o solo local (entre 4 e 6). Esses valores muito próximos não fornecem um coeficiente de reflexão suficiente para que a onda eletromagnética possa refletir em subsuperfície, formando uma área sem refletores. Esse aspecto não foi abordado por Sauck na conclusão de seu trabalho que tomamos por referência.

Área 2 - Seção de Geo-Radar no início do bombeamento (18/06/98)



Área 2 - Seção de Geo-Radar durante o bombeamento (14/07/98)



Para reforçar a hipótese anteriormente expressa, deve-se observar as seções antes e depois do bombeamento. Na primeira, a zona de atenuação do sinal é marcante, na segunda, após a remoção de grande parte do produto, começam a aparecer alguns refletores na porção contaminada, pois, a permissividade dielétrica do meio tende à voltar aos valores anteriores ao vazamento (valores naturais).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Davis, J. L.; Annan A. P. 1989. Ground-Penetrating Radar for High-Resolution Mapping of Soil and Rock Stratigraphy, *Geophysical Prospecting*, v.37, n.5, p.531-551.

Oliveira, E. 1992. Contaminação de Aquíferos por Hidrocarbonetos Provenientes de Tanques de Armazenamento Subterrâneos. Dissertação de Mestrado, IGcUSP, 112p.

Sauk, W. A.; Atewana, E. A.; Nash, S. M. 1998. High Conductivities Associated with an LNAPL Plume Imaged by Integrated Geophysical Techniques, *Journal of Environmental and Engineering Geophysics*. v.2, january 1998, p. 203-212.

Topp, G. C.; Davis, J. L.; Annan A. P. 1980. Eletromagnetic Determination of Soil Water Content: Measurements in Coaxial Transmission Lines, *Water Resources Research*. V.10, p.574-582.