



## Avaliação geofísico-ambiental de contaminações por hidrocarbonetos nos postos de combustíveis Bráz de Aguiar (Belém/PA) e São Paulo (Abaetetuba/PA) utilizando o GPR

Danusa Mayara de Souza\*, CPGF/UFGA e José Gouvêa Luiz, Faculdade de Geofísica, CPGF/UFGA

Copyright 2008, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

*Este texto foi preparado para a apresentação no III Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, 26 a 28 de novembro de 2008. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do III SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGF ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGF.*

### Abstract

In this work was intended to detect the signature (resistive or conductive) of anomalies associated to contamination by fuels derived from hydrocarbons at the São Paulo Gas Station, located in Abaetetuba-Pará and Bráz de Aguiar Gas Station, that is not in operation, located in Belém-Pará. The geophysical measurements were carried through with the Ground Penetrating Radar Method (GPR).

### Introdução

Crescentes casos de contaminação de água subterrânea por vazamentos de hidrocarbonetos estão muitas vezes associados ao fim da vida útil dos tanques subterrâneos armazenadores de combustíveis que é de aproximadamente 20 anos, podendo ser reduzida para 10 anos se o tanque encontrar-se desprotegido (sem jaquetamento). Apesar dos aquíferos serem muito menos vulneráveis à contaminação do que as águas superficiais, uma vez produzida a contaminação, a recuperação, dependendo do tipo de contaminante, pode levar muitos anos e até mesmo tornar-se economicamente inviável (Almeida, 2007; Feitosa & Manoel Filho, 1997).

Neste estudo foi avaliado o emprego do Método Eletromagnético (EM) GPR em áreas sujeitas à contaminações por derivados de hidrocarbonetos (combustíveis em postos de serviços). Foram investigados dois postos de serviços: Posto São Paulo, em Abaetetuba e Posto Bráz de Aguiar, em Belém. O primeiro ainda em operação e, o segundo, já desativado e tendo sido parcialmente remediado.

### Problema Investigado

A contaminação de águas subterrâneas por combustíveis derivados da destilação do petróleo tem sido objeto de crescente pesquisa no Brasil. Os compostos hidrocarbonetos monoaromáticos benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (denominados BTEX), presentes nesses combustíveis, são extremamente tóxicos à saúde humana e podem inviabilizar a exploração de aquíferos por eles contaminados (Cassidy 2004).

Os principais derivados de hidrocarbonetos utilizados como combustíveis são: a gasolina ( $C_8H_{18}$ ), o óleo diesel

( $C_{12}H_{26}$ ), o querosene ( $C_{16}H_{34}$ ) e o querosene de aviação ( $C_9H_{20}$ ). O etanol ( $C_2H_5OH$ ), mesmo possuindo em sua fórmula molecular átomos de hidrogênio (H) e carbono (C), por estar ligado a um grupamento hidroxila (OH), pertence ao grupo dos Alcoóis, que é um subgrupo dos hidrocarbonetos.

Os combustíveis derivados do petróleo têm uma elevada resistividade elétrica. Por esse motivo, ao serem derramados no solo elevam a resistividade do ambiente. Com o passar do tempo, a ação de bactérias produzem a biodegradação dos compostos orgânicos dos combustíveis. Esse processo forma ácidos que dissolvem íons do material do subsolo, fazendo com que a resistividade elétrica diminua bastante, o que transforma o ambiente em um bom condutor de eletricidade.

Em resumo, o derramamento de combustíveis derivados de hidrocarbonetos produz plumas de contaminação que têm sido associadas, em levantamentos geofísicos, tanto a valores elevados de resistividade elétrica, como a baixíssimos valores de resistividade. Exemplo de pluma resistiva é descrita por Benson *et al.* (1997), enquanto exemplo de pluma condutiva pode ser encontrado em Sauck *et al.* (1998).

### Levantamento de campo

Para a realização dos levantamentos se utilizou o equipamento *TerraSIRch SIR (Subsurface Interface Radar) System-3000* da GSSI (*Geophysical Survey Systems, Inc.*) e uma antena monoestática blindada de 400 MHz.

A profundidade de penetração e a resolução do levantamento GPR dependem de vários fatores, todavia, com uma antena de 400 MHz se pode alcançar uma profundidade de aproximadamente 4 m.

As medidas nas áreas dos postos foram realizadas ao longo de perfis no modo tempo. O controle da distância e posicionamento das medidas foi feito a partir da inserção de marcas no registro.

Os dados obtidos com o GPR foram processados com o *software* Sandmeier REFLEXW versão 4.2, pertencente à Faculdade de Geofísica/Instituto de Geociências da UFGA, com a finalidade de melhorar a visualização dos registros.

### Resultados

O levantamento GPR no Posto São Paulo (Abaetetuba/PA) consistiu de 5 perfis de caminhamento no modo temporal usando a técnica *common offset*, com marca-

ções no registro a cada 5 m. Os perfis foram distribuídos de modo a cobrir o perímetro externo do posto, bem como a sua área interna.

Na Figura 1 apresenta-se um dos perfis executados no Posto São Paulo. O perfil mostra fortes reflexões de 0 a 14 m, que podem ter sido geradas por tanques de combustível. Reflexões entre 18 m e 21 m e entre 23 m e 25 m podem estar associadas a tubulações. Zonas de atenuação do sinal são observadas próximas e abaixo do primeiro refletor (entre 3 m e 4 m e entre 14 m e 18 m) e podem ser devidas a vazamentos.

Similarmente ao levantamento em Abaetetuba, o levantamento de GPR realizado no posto Bráz de Aguiar (Belém/PA) consistiu de 6 perfis *common offset* com marcações no registro a cada 2 m.

Um dos perfis realizados no Posto Braz de Aguiar é apresentado na Figura 2. No perfil observam-se reflexões produzidas por tubulações e evidências de diversas zonas de atenuação do sinal, que podem ser devidas à contaminação. Essas zonas ocorrem a partir da profundidade de 2 m em todo o perfil e entre as posições 6 m a 10 m e 12 m a 14 m a partir da profundidade de 1 m.

### Conclusões

Os dados GPR obtidos nos dois postos de serviço evidenciaram diversas zonas de forte atenuação do sinal de GPR, sempre localizadas às proximidades de tanques e tubulações subterrâneas. Esse fato e sua correlação com o resultado de levantamentos descritos na literatura sugerem que as atenuações são devidas às contaminações por derivados de hidrocarbonetos. Desse modo, a assinatura geofísica está representada por ambiente condutivo. Algumas das zonas de atenuação, entretanto, devido a sua maior profundidade de ocorrência, podem ser relacionadas à maior argilosidade do terreno.

### Agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas Alex Raiol e Fabíola Almeida e ao técnico Paulo Magalhães pelo auxílio nos trabalhos de campo.

### Referências

Almeida, F. M., 2007. Estudo da Contaminação por Hidrocarbonetos em Postos de Serviços do Município de Abaetetuba – PA Utilizando o Georadar. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geofísica) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Curso de Pós Graduação em Geofísica, Belém, Brasil.

Benson, A.K.; Payne, K.L.; Stubben, M.A., 1997. Mapping Groundwater Contamination using dc Resistivity and VLF Geophysical Methods-a Case Study. *Geophysics*, vol. 62 (1): 80-86.

Cassidy, N. J., 2004. Dielectric and GPR Behaviour of Free-Phase NAPL Mixtures: Implications for the Practical Assessment of Hydrocarbon Contamination. *International Conference on Ground Penetrating Radar*, 10. 2004. Delft, The Netherlands. 182-184.

Feitosa, F. A. C.; Manoel Filho, J., 1997. *Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações*. CPRM, LABHID. Fortaleza, Brasil.

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

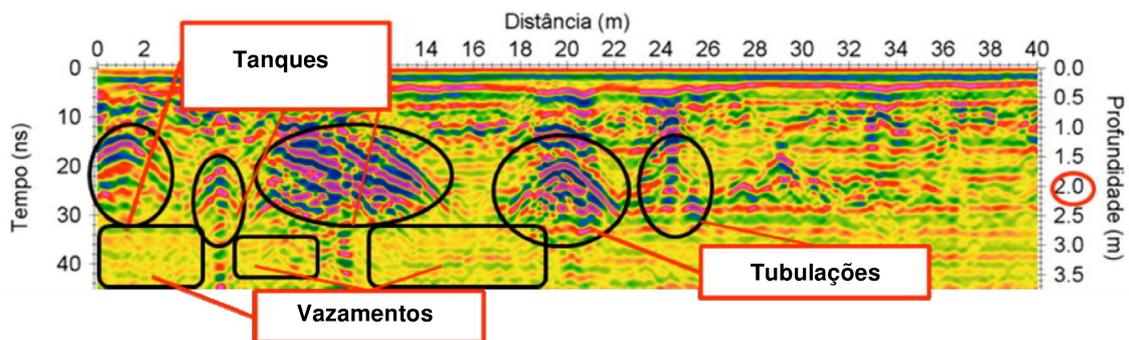


Figura 1 – Perfil do Posto São Paulo (Abaetetuba/PA).

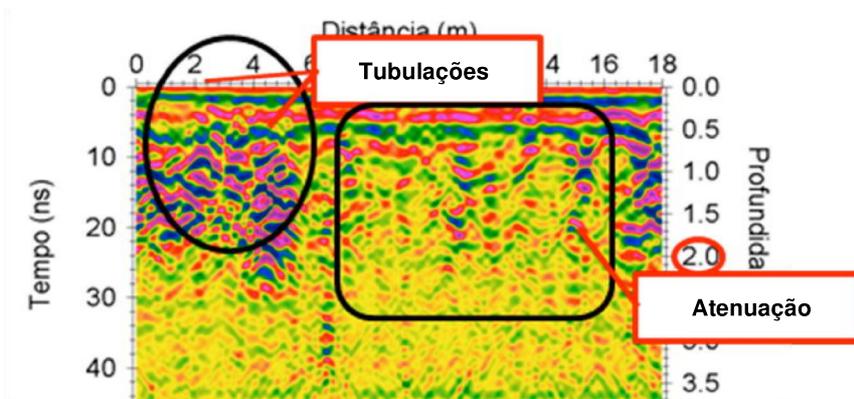


Figura 2 – Perfil do Posto Bráz de Aguiar (Belém/PA).