

CONTAMINAÇÃO POR HIDROCARBONETOS EM POSTOS DE SERVIÇOS DE ABAETETUBA-PA: UM ESTUDO COM GEORADAR.

Fabiola Magalhães de Almeida¹ (UFPA/CPGF/Bolsista PRH-06), Danusa Mayara de Souza² (UFPA/Graduação Geofísica) e José Gouvêa Luiz³ (UFPA/CPGF)

¹Pass. Pombo, 168, Belém-PA, fabiolaalmeida@oi.com.br

²Trav. WG28, no. 52, Cidade Nova 8, Ananindeua-PA, danusa@ufpa.br

³Av. Braz de Aguiar, 293, Belém-PA, gouvea@ufpa.br

O presente trabalho tem como objetivo, investigar em termos técnicos e científicos a aplicação da metodologia geofísica de Radar de Penetração de Solo (GPR) em áreas sujeitas à contaminação do solo e de aquíferos por derivados de hidrocarbonetos provenientes de vazamentos em tanques de postos de serviços. São apresentados os resultados de dois postos localizados na sede do município paraense de Abaetetuba, o que torna esta pesquisa pioneira nos terrenos amazônicos. A metodologia utilizada neste trabalho partiu do cadastramento dos postos selecionados, que contemplou: a) as principais características locais; b) a idade do posto; c) os tipos de tanque; d) os produtos comercializados e as facilidades operacionais para realização de perfis GPR. A geologia da região é assinada por camadas bastante argilosas, que são quase sempre condutivas, intercaladas com areia, típicas do Grupo Barreiras. Isso poderia dificultar a interpretação dos dados de GPR realizados na área, uma vez que os postos com indícios de contaminação por hidrocarbonetos são normalmente caracterizados por apresentar uma assinatura eletromagnética sob a forma de atenuação de reflexão do sinal GPR, o mesmo que ocorre nas assinaturas de camadas argilosas. A interpretação geofísica foi, entretanto, auxiliada pelo conhecimento do sentido do fluxo hídrico subterrâneo local, que indicou o sentido de movimentação da provável contaminação, e pela informação adicional de que as argilas na região apresentam baixa condutividade por causa da intensa lixiviação causada pelas chuvas. Os postos analisados apresentaram em seus perfis GPR, zonas de baixa reflexão, semelhantes à resposta eletromagnética de postos contaminados, sendo considerados, portanto, como suspeitos de produzir contaminação. Nenhum registro de vazamentos de combustível foi, anteriormente, constatado pelos proprietários dos postos. Como os postos estão localizados em áreas de recarga de aquíferos, se for constatada a contaminação ou se eles vierem a contaminar, os danos ambientais serão irreparáveis. Nesse trabalho verificou-se, portanto, que para a região amazônica, o método Georadar é eficaz na análise da contaminação por derivados de hidrocarbonetos em postos de serviços, proporcionando uma solução rápida, barata e não invasiva, tornando-se, assim, uma ferramenta ambiental imprescindível de alerta à população e ao meio ambiente.

Hidrocarbonetos, Postos de Serviços, Vazamentos de tanques, Contaminação por combustíveis, Georadar.

1. INTRODUÇÃO

O vazamento de tanques subterrâneos contendo derivados de petróleo, como a gasolina e o óleo diesel, pode acarretar problemas à população, oferecendo riscos à saúde pública e aos ecossistemas. O contato desses combustíveis com o meio físico pode ocorrer através de derramamentos durante a operação de transferência do produto para o tanque; vazamentos no sistema devido à corrosão; falhas estruturais do tanque ou da tubulação conectada ao tanque; ou mesmo por sua instalação inadequada. Tudo isso pode gerar riscos de incêndios, explosões e contaminação do solo, subsolo e da água subterrânea.

Estatísticas internacionais apontam que os tanques com mais de 20 anos de instalação podem apresentar problemas de vazamentos devido à corrosão, porém essa vida útil passa a ser de 10 anos quando o tanque encontra-se sem nenhuma proteção. Além disso, esses vazamentos podem ser provocados por diversos fatores, dentre os quais a idade e a corrosão dos tanques parecem ser os mais importantes. O fator corrosão dos tanques é um grave problema na região amazônica, cuja água do subsolo tem caráter extremamente ácido, o que provoca uma rapidez maior nesse processo. No Pará, existem 1.128 postos de combustíveis cadastrados na Agência Nacional do Petróleo - ANP, que podem estar provocando grandes problemas ambientais. Apesar de não se ter idéia da magnitude desse problema no estado, sabe-se que muitos tanques têm mais de 20 anos de uso. Portanto, o risco de ocorrer vazamentos é grande. A detecção da contaminação torna-se, assim, muito importante, a fim de que se tomem providências para contê-la, evitando seu espalhamento no ambiente, bem como sejam iniciados os procedimentos de limpeza do subsolo.

Os métodos elétricos e eletromagnéticos são os métodos geofísicos que melhor resposta tem apresentado no estudo desse tipo de problema. A presença dos combustíveis na subsuperfície tanto pode ser detectada por causar aumento como redução na resistividade elétrica do ambiente. Logo ao chegar ao ambiente, eles causam um

aumento na resistividade, já que por serem compostos orgânicos apresentam elevada resistividade. Com o passar do tempo, a ação de bactérias produz a biodegradação dos combustíveis com a formação de ácidos que tornam o ambiente menos resistivo (Sauck, 2000; Atekwana, 2000; Sauck *et al.*, 1998).

Nesse contexto, com o objetivo de verificar possíveis contaminações provenientes de vazamentos de derivados de petróleo em postos de serviços na região de Abaetetuba-PA, utilizou-se o método eletromagnético Radar de Penetração no Solo (Ground Penetrating Radar-GPR), juntamente com informações provenientes da hidrogeologia rasa e da história dos postos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Vários trabalhos foram feitos abordando o estudo da contaminação por derivados de petróleo utilizando metodologia geofísica.

Dehaini (2004) fez uma avaliação da aplicabilidade do radar de penetração para detectar contaminação em subsuperfície, proveniente de vazamento de tanque subterrâneo de armazenamento de gasolina, em uma condição desfavorável do ponto de vista prático. A autora levou em consideração aspectos como: litologia argilosa, destituída de fase livre do produto no poço (fase de pós-bombeamento) e local com ruídos externos.

Corseuil e Marins (1997) ressaltaram a importância do estudo da contaminação de águas subterrâneas por vazamentos em postos de combustíveis. O trabalho avalia o problema e analisa as formas mais adequadas de remediação dos locais contaminados. Ênfase é dada às ações corretivas baseadas no risco ambiental, ao uso da remediação natural e aos possíveis efeitos que a mistura do etanol à gasolina pode causar em caso da contaminação de aquíferos.

Costa *et al.* (1999) mostraram que métodos geofísicos elétricos podem auxiliar consideravelmente na solução do problema, permitindo a delimitação rápida e contínua da distribuição lateral e em profundidade da pluma de contaminação. Isso é possível porque o contraste de resistividade elétrica entre as águas subterrâneas e os hidrocarbonetos é muito grande, normalmente 1 para 1011. Os autores mostram que as dificuldades que podem ocorrer e que, em certas situações, podem resultar em insucessos na aplicação dos métodos, resultam da forma como os contaminantes (gasolina e óleo diesel) comportam-se em subsuperfície, e das características elétricas do meio em que se encontram.

Mancini (2002) tratou dos métodos de caracterização (diagnóstico) de áreas potencialmente contaminadas por hidrocarbonetos de petróleo. Por meio do entendimento da dinâmica do meio físico do contaminante em questão, da interação entre ambos e dos aspectos legais e institucionais pertinentes à problemática analisada, propôs um método de caracterização. O trabalho teve como principais objetivos a caracterização geológica e hidrogeológica da área potencialmente impactada, a determinação da natureza e extensão da contaminação e a identificação dos caminhos preferenciais de migração do contaminante.

Pedrosa (2004) estabeleceu critérios técnico-científicos para a aplicação do método geofísico (GPR) em áreas sujeitas à contaminação do substrato rochoso por substâncias orgânicas, em particular, hidrocarbonetos, produzida por vazamento em postos de abastecimento.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho consistiu de (a) cadastramento dos postos existentes na sede do município de Abaetetuba; (b) medidas do nível da água em poços, a fim de se construir um mapa do fluxo subterrâneo do primeiro aquífero; (c) medidas geofísicas com o método GPR. Durante o cadastramento dos poços foram coletadas informações sobre o ano em que o posto começou a operar; os tipos de tanque; os produtos comercializados e as facilidades operacionais para realização de perfis GPR.

3.1 Revisão de Conceitos

Ondas eletromagnéticas diretas no ar, ondas diretas no solo e as ondas refletidas e refratadas no subsolo, são normalmente observadas na aquisição de dados GPR.

Existem diversas técnicas de campo para a aquisição de dados. Dentre elas tem-se o "caminhamento" com afastamento constante, que consiste no deslocamento de um arranjo fixo de duas antenas, uma transmissora e outra receptora, mantidas à separação constante (*common-offset*), ou o emprego de uma única antena que transmite e recebe (*zero-offset*). Neste trabalho empregou-se uma única antena para transmissão e recepção.

Através das medidas realizadas com o GPR são obtidos os tempos de percurso de ida e volta do sinal eletromagnético, registrados em nanossegundos e produzindo imagens denominadas de radargramas. A estimativa da profundidade atingida pelas ondas eletromagnéticas depende da velocidade de propagação da onda no meio atravessado. Para encontrar essa velocidade de forma aproximada se pode utilizar do método da superposição de hipérboles nos radargramas, metodologia por nós utilizada. A partir da determinação do valor da velocidade transformam-se os registros do radargrama de tempo para profundidade.

3.2 Aparato Experimental

O trabalho geofísico iniciou com a aquisição dos dados de GPR ao longo de perfis localizados próximos aos tanques de combustível subterrâneos dos postos. Para as medidas usou-se o sistema GSSI SIR-3000 e a antena monostática (uma única antena para transmitir e receber) com frequência central de 400 MHz, visto que se queria investigar profundidades inferiores a 4m. Os registros foram tomados no modo tempo, com a posição das medidas sendo controlada por trena e pela inserção de marcas a cada 5 m no registro. O processamento dos dados obtidos nas seções GPR foi realizado com o programa RADAN 5.0 for Windows, sendo usadas as funções de ganho, para compensar os efeitos da atenuação e melhorar a visualização dos refletores em subsuperfície, e filtros digitais para eliminar ruídos adquiridos na coleta de dados.

Para o estudo dos fluxos subterrâneos do aquífero superior da área de Abaetetuba foram realizadas medidas do nível estático de quarenta e dois poços. Os valores do nível estático foram, posteriormente, subtraídos das respectivas cotas topográficas, obtendo-se, assim, os valores do potencial hidráulico. A representação gráfica desses valores permitiu que se caracterizasse a superfície potenciométrica e visualizasse a direção e sentido do fluxo subterrâneo.

4. RESULTADOS

4.1 Análise do Fluxo Subterrâneo

O conhecimento do fluxo da água subterrânea em uma região auxilia na detecção de áreas de descarga e de recarga de aquíferos. A partir de um mapa de fluxo subterrâneo também é possível identificar-se sua direção e sentido, que condiciona o movimento da contaminação.

A Figura 1 mostra o comportamento geométrico do fluxo hídrico subterrâneo raso da região urbana central de Abaetetuba, onde estão localizados os postos de serviços da área. As setas desenhadas no mapa indicam a direção e o sentido do fluxo

Observam-se no mapa cinco áreas de descarga do aquífero superior, caracterizadas pelo padrão convergente das setas. O mapa mostra também três zonas principais de recarga de aquíferos. Essas zonas podem ser reconhecidas por um padrão divergente das setas.

Os postos de serviço Carvalho III e São Paulo, analisados no presente estudo, estão instalados bem próximos a zonas de descarga e recarga, respectivamente.

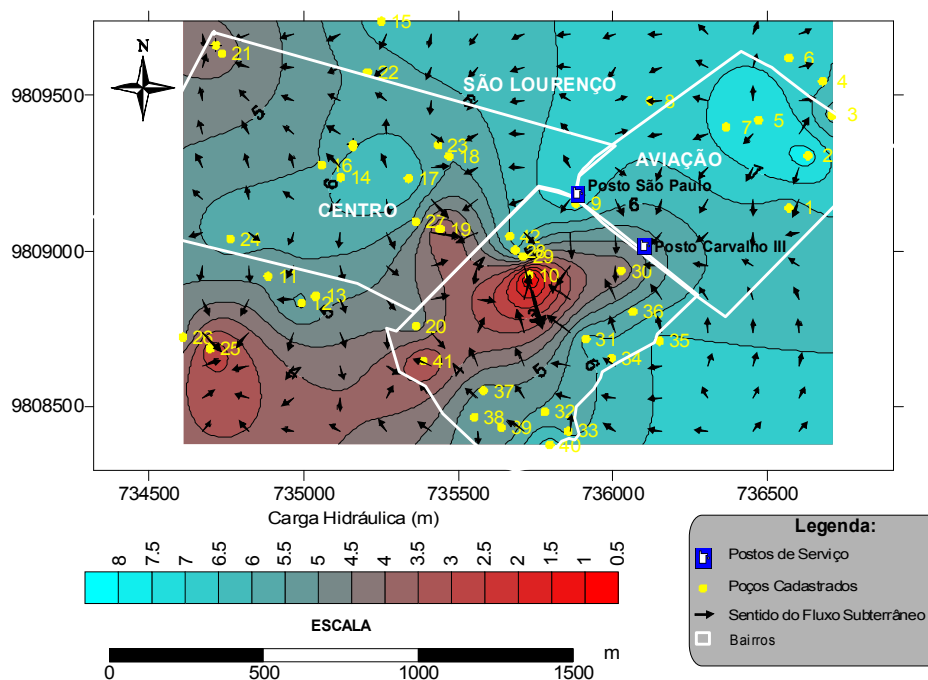


Figura 1- Mapa de fluxo subterrâneo para o aquífero superior na região central de Abaetetuba-PA.

4.2 Análise dos Perfis de GPR Executados no Posto São Paulo

O posto São Paulo está localizado em uma das principais vias urbanas do município. Neste posto, foram realizados 5 perfis GPR, com comprimentos variando de 15 a 50m. O posto tem aproximadamente 9 anos de funcionamento e seus taques nunca foram trocados.

Classificou-se o posto São Paulo como suspeito de contaminação, considerando as condições físicas (visuais) observadas no posto, a falta de seguimento dos padrões de segurança ambiental proposto pelos órgãos competentes por parte do posto e os resultados da interpretação dos dados de GPR adquiridos.

Os resultados do levantamento GPR (Figuras 2, 3 e 4) mostraram zonas de baixa reflexão, o que é característico de áreas impactadas por derivados de petróleo.

Foram observadas zonas de baixa reflexão em todos os perfis, variando de zonas extensas passando a forma de bolsões, os quais podem ser observados até bem próximo à superfície. Também foram observadas no perfil camadas de boa reflexão, refletores de tanques e algumas tubulações.

Os resultados do levantamento com GPR realizado nesse posto foram correlacionados com os resultados do mapa de fluxo subterrâneo construído para área. Assim, verificou-se que o posto São Paulo encontra-se localizado em uma área de recarga de aquíferos, o que significa que se ele estiver produzindo contaminação, ou vier a contaminar os danos causados ao ambiente serão maiores, tornando a água do freático imprópria para consumo humano.

O perfil 1, representado na Figura 2, apresenta 50m de extensão e foi realizado paralelamente à Avenida São Paulo fora das dependências do posto.

Observa-se que na porção mais superior desse perfil ocorrem zonas de baixa reflexão intensa que se encontram na forma de bolsões e, também sob a forma de uma zona extensa e lateralmente contínua.

Tubulações podem ser percebidas no radargrama.

Percebe-se também a existência de uma camada com boa reflexão logo abaixo na zona de baixa reflexão descrita acima. Essa camada é contínua lateralmente entre as profundidades de 1 a 1,5m, após isso ela já não é mais contínua sendo possível observar bolsões de zonas de baixa reflexão (pouco intensa). Esses bolsões podem estar representando algum tipo de contaminação.

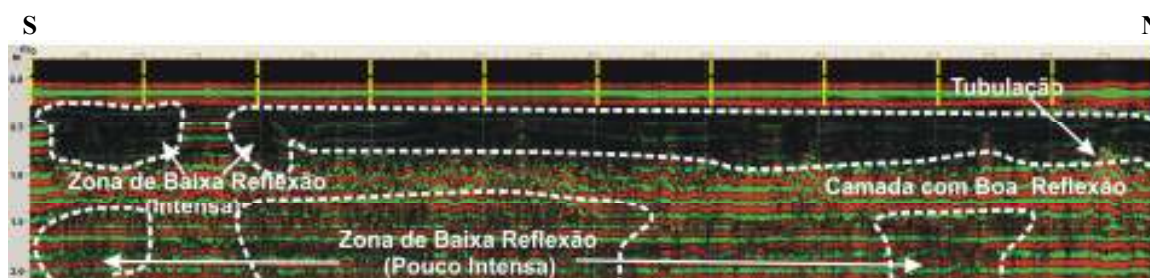


Figura 2 – Perfil 1 realizado no posto São Paulo, Abaetetuba-PA, mostrando os bolsões e zonas características de contaminação por derivados de petróleo.

O perfil 2, representado na Figura 3, tem 40 metros de comprimento e foi feito dentro do posto, em uma área próxima aos tanques de diesel, paralelo à Avenida São Paulo. Observa-se na parte mais superior uma zona de baixa reflexão contínua e bastante extensa que se estende por todo comprimento do perfil analisado.

No perfil 2 é possível observar refletores de tanque com amplitude forte, na forma de hipérboles, que se destacam em meio a zona de baixa reflexão que domina o radargrama. Observa-se no perfil, a localização dos tanques de diesel subterrâneo.

Os refletores formam um contraste lateral em subsuperfície com uma zona extensa de baixa reflexão, onde ocorre uma acentuada perda do sinal eletromagnético. A camada com boa reflexão já não é observada nesse perfil, o que pode significar uma contaminação maior, uma vez que a zona de baixa reflexão é dominante em todo o perfil e isso difere dos resultados do perfil descrito acima, levantado no mesmo posto.

A presença de zonas de baixa reflexão nos arredores dos tanques de diesel se prolonga a profundidades maiores. Observa-se que nas proximidades dos tanques essa zona ainda é mais acentuada, permitindo sugerir que próximo dos tanques os danos ambientais sejam maiores e à medida que se afasta desses refletores a contaminação ficaria mais difusa.

Todos esses fatores fizeram com que este posto fosse tido como suspeito de estar causando contaminação.

É necessário lembrar que por estar localizado em uma área de recarga de aquífero o posto tem maior disponibilidade de contaminação em todos os sentidos e não apenas em uma direção, devido a isso contaminar uma área dessas significa condenar o aquífero de uma maneira geral.

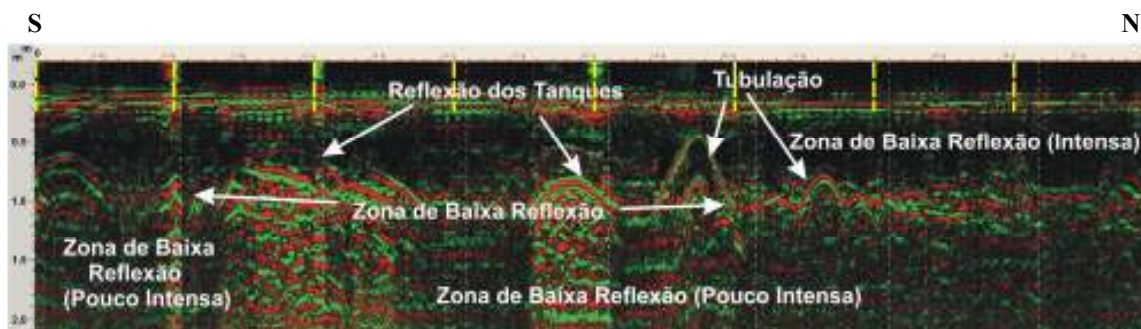


Figura 3 – Perfil 2 realizado no posto São Paulo, Abaetetuba-PA, mostrando o domínio das zonas de baixa reflexão.

O perfil 3, representado na Figura 4, apresenta 15 m de comprimento e foi executado próximo às áreas dos tanques de gasolina do posto.

O perfil mostra a existência de uma zona onde ocorre a total perda de sinal, que se estende por todo perfil, contrastando apenas com os refletores de tanques que apresentam uma boa resposta. Os tanques de ferro têm o seu topo a aproximadamente 0,6 m de profundidade.

Provavelmente as áreas de baixa reflexão observadas no perfil representam a contaminação causada pelo combustível gasolina.



Figura 4 – Perfil 3 realizado no posto São Paulo, Abaetetuba-PA, mostrando o domínio das zonas de baixa reflexão próximo aos refletores de tanques de gasolina.

4.3 Análise dos Perfis de GPR Executados no Posto Carvalho III

O posto Carvalho III está localizado na Avenida D. Pedro II. Nele, foram realizados 5 perfis de GPR com comprimentos variando de 40 a 50m.

O posto Carvalho III é o posto mais novo da região de Abaetetuba, tendo apenas 4 anos de funcionamento. Assim, em termos de tempo de funcionamento esse posto não desperta suspeitas quanto a estar provocando contaminação. Porém, de acordo com a análise dos dados obtidos através do levantamento com GPR, existem zonas de baixa reflexão em alguns dos perfis levantados nas dependências do posto, o que permite suspeitar de contaminação por parte do mesmo.

Em termos de comportamento do fluxo subterrâneo, o posto Carvalho III está bem próximo de uma área de descarga de aquífero (Figura 1), indicando que ele tem menor propensão a espalhar contaminação.

A correlação dos resultados apresentados pelos perfis de GPR com os resultados do mapa de fluxo subterrâneo permitiu analisar de maneira mais segura a possível contaminação e qual o sentido que essa contaminação poderia se movimentar.

O perfil 4, representado na Figura 5, apresenta 50m de extensão e foi realizado paralelamente à Rodovia Dr. João Miranda, que dá acesso à cidade.

Na parte superior do perfil 4 ocorrem zonas de baixa reflexão intensa que se encontram na forma de bolsões, e parecem influenciar a camada de boa reflexão que ocorre a essa mesma profundidade e que pode ser observada nos intervalos de um bolsão para outro.

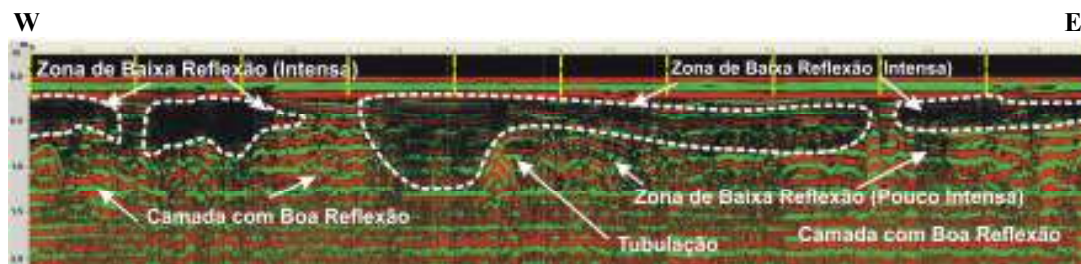


Figura 5 – Perfil 4 realizado no posto Carvalho III mostrando zonas de baixa reflexão na forma de bolsões.

O perfil 5, representado na Figura 6, apresenta 40m de comprimento; esse perfil foi executado paralelamente à Rua Dr. João Miranda, dentro do posto de serviço.

O perfil analisado mostra as canaletas de drenagem do posto Carvalho III, além de uma zona de baixa reflexão intensa que cobre toda a extensão do perfil. Essa zona de baixa reflexão ocorre preferencialmente entre 0,2 e 0,7m de profundidade, porém alcança profundidades bem maiores em algumas regiões do perfil, onde ela se estende verticalmente na forma de bolsões contrastando com a camada de boa reflexão que se encontra dominando essa profundidade.

O contraste lateral entre a zona de baixa reflexão mais profunda (bolsão próximo à extremidade leste do perfil) e a camada com boa reflexão é um forte indício de contaminação por parte dos tanques de gasolina e diesel do posto, principalmente porque o perfil foi executado próximo ao local onde estão enterrados os tanques.



Figura 6 – Perfil 5 realizado no posto Carvalho III, mostrando o contraste lateral entre a zona de baixa reflexão e camada de boa reflexão.

O perfil 6, representado na Figura 7, apresenta 45m de comprimento e foi feito nas dependências do posto Carvalho III, paralelamente à Rua José Latino Lídio da Silva.

O radargrama mostra uma zona de baixa reflexão intensa que se estende por todo perfil, essa zona é observada entre 0,2 e 0,9m de profundidade. Seguindo essa zona de baixa reflexão intensa observam-se possíveis refletores de tanques e até mesmo uma camada de boa reflexão subjacente. Abaixo dessa zona de boa reflexão percebem-se zonas de baixa reflexão que dominam o perfil a partir dessa profundidade.

Esse perfil foi executado próximo aos tanques de gasolina e diesel e essa zona de baixa reflexão pode representar indícios de contaminação, o que tem possibilidade de ocorrer segundo a análise do mapa de fluxo feito para a área de estudo.



Figura 7 – Perfil 6 realizado no posto Carvalho III, mostrando os refletores de tanque em meio a zonas de baixa reflexão.

O perfil 7, representado na Figura 8, apresenta 40m de comprimento e foi executado paralelamente a rua Dr. João Miranda, dentro do posto de serviço.

O perfil apresenta uma zona de baixa reflexão intensa que se estende por toda a sua extensão. Essa zona ocorre entre 0,2 e 0,7m de profundidade.

Abaixo da zona citada acima pode ser observada uma outra zona de baixa reflexão, porém pouco intensa. Essa zona parece estar influenciando a camada de boa reflexão.

Esse fato, juntamente com o comportamento do fluxo subterrâneo, ressalta a suspeita de contaminação provocada por possíveis vazamentos de tanques de combustíveis do posto.

Os refletores de tanques de combustíveis produziram reflexões na forma de hipérboles cujos topos encontram-se a aproximadamente 0,6m de profundidade, o que pode explicar a presença da zona de baixa reflexão pouco intensa descrita acima como resultado de vazamentos.

Ao lado e abaixo dos refletores dos tanques também se observam zonas de baixa reflexão intensa que causam as suspeitas de contaminação por parte do posto Carvalho III.

Como já mencionado anteriormente, o posto encontra-se em uma área próxima à descarga de aquíferos. Portanto, o fluxo que carrega a provável contaminação provocada pelos vazamentos dos tanques tende a se espalhar em todas as direções. Assim, se realmente houver contaminação, sua movimentação poderá ser facilmente entendido a partir do mapa de fluxo.

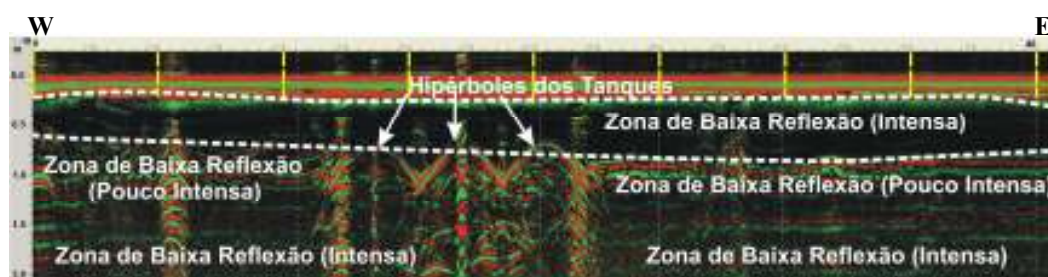


Figura 8 – Perfil 7 realizado no posto Carvalho III, mostrando zonas de baixa reflexão próximas aos refletores de tanques.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho demonstra que a utilização do método Geofísico Georadar pode ser eficaz nos terrenos amazônicos, apesar desses terrenos apresentarem composição essencialmente argilosa.

A partir da aplicação do método geofísico GPR, os postos de serviços analisados foram classificados como suspeitos de contaminação. A classificação foi feita com base na interpretação dos perfis GPR, que apresentaram anomalias na forma de ausência de sinal, as quais foram chamadas de zonas de baixa reflexão, que são típicas de áreas contaminadas por hidrocarbonetos. Considerando que não há nenhuma reclamação formal da comunidade sobre contaminação, a confirmação somente virá após análise química da água subterrânea.

O mapa de fluxo construído para a região apontou o sentido do fluxo subterrâneo e a localização das zonas de recarga e descarga de aquíferos. Assim verificou-se que o posto São Paulo encontra-se em uma área de recarga de aquíferos que, por isso, deve ser preservada de qualquer fonte de contaminação. Por outro lado, o posto Carvalho III encontra-se em uma área de descarga de aquíferos, que o torna menos perigoso como fonte de propagação da contaminação.

6. AGRADECIMENTOS

À Agência Nacional do Petróleo – ANP pela concessão de Bolsa de Mestrado à autora Fabíola Magalhães de Almeida através do programa PRH-06. Ao Laboratório de Prospecção Geofísica, PDI-FADESP 1549-04, pelo financiamento das atividades de pesquisa realizadas na área de estudo.

7. REFERÊNCIAS

- ATEKWANA, E.A., SAUCK, W.A., AND WERKEMA JR., D.D. Investigations of geoelectrical signatures at a hydrocarbon contaminated site. **Journal of Applied Geophysics**, v. 44, p. 167-180, 2000.
- COSTA, A. F. U., AZAMBUJA, E. & NANNI, A. S. Métodos elétricos aplicados à detecção da contaminação do subsolo provocada por combustíveis: Sete casos estudados no Rio Grande do Sul, Brasil. In: **SIXTH INTERNATIONAL CONGRESS OF THE BRAZILIAN GEOPHYSICAL SOCIETY**, 1999. Rio de Janeiro. Resumo Expandido. Salvador: Sociedade Brasileira de Geofísica, 1999. Disponível em CD, 4p.
- DEHAINI, 2004 DEHAINI, J. **Detecção de plumas contaminantes de hidrocarbonetos em subsuperfície pelo método de radar de penetração**. 2001. 100p. Tese de Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia. Instituto de Geociências – USP, São Paulo, 2001.
- MANCINI, T. M. **Métodos de Caracterização de Áreas Potencialmente Contaminadas por Hidrocarbonetos de Petróleo**. 2002. 146p. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2002.
- MARINS, M.D.M. & CORSEUIL, H. X. Contaminação de Águas Subterrâneas por Derramamentos de Gasolina: O Problema É Grave? **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.2, n.2, p.50-54, 1997.
- PEDROSA, T. R. M. A. M. **Caracterização de Plumagens Contaminantes de Hidrocarbonetos em Postos de Abastecimento em Fortaleza, Usando o Método Eletromagnético Radar de Penetração do Solo (GPR)**. 2004. 135p. Dissertação de Mestrado em Geologia, Centro de Ciências, UFC, Fortaleza, 2004.
- SAUCK, W.A. A model for the resistivity structure of LNAPL plumes and their environs in sandy sediments, **Journal of Applied Geophysics**, v. 44, p. 151-165, 2000.
- SAUCK, W.A., ATEKWANA, E.A., AND NASH, M.S. Elevated conductivities associated with an LNAPL plume imaged by integrated geophysical techniques. **Journal of Environmental and Engineering Geophysics**, v. 2, p. 203-212, 1998.

CONTAMINATION BY HYDROCARBON IN GAS STATIONS OF ABAETETUBA-PA: AN STUDY WITH GPR.

The aim of this work was to investigate the application of GPR on areas where soil and groundwater are in potential threat of contamination by the leak of fuel in buried tanks of gas stations. Results of the investigation carried out in two stations located in Abaetetuba-PA are presented, making this research the first to be done on Amazonian ground. The applied methodology started by gathering information about the gas stations including: a) local characteristics of the ground; b) age of gas stations; c) tank characteristics; d) type of fuel in tanks; and, conditions for GPR profiling operation. The lithology at shallow depths in the region is composed mainly by clayed layers with sandy levels, typical of the Barreiras Group. Such lithology can provide problems in the detection of the GPR signature caused by hydrocarbon contamination, that is characterized by low amplitude reflections, the same signature produced by clayed soil. To overcome this, GPR interpretation was helped by the determination of the groundwater flux and by the a-priori information that the shallow clays in the region are much less conductive than normal due to the high lixiviation of their ions caused by rain. The GPR profiles presented zones of low amplitude reflections, similar to those found elsewhere in contaminated gas station locations. The owners of the stations, however, did not know nothing about tanks leakage. Since the stations are located in areas of aquifer recharge, their contamination will cause serious damage to the environment. The study demonstrates that the GPR is an efficient tool to delineate contamination by hydrocarbon derivatives in gas stations of the Amazon Region, since it is non invasive and produces good answers quickly at low cost.

Hydrocarbon, gas station, tank leaking, contamination by fuel, GPR

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste artigo.