



Exemplo da utilização integrada do GPR com a sísmica de reflexão rasa

Walter Malagutti Filho
João Carlos Dourado
Antônio Celso de Oliveira Braga

Departamento de Geologia Aplicada – IGCE –UNESP- Campus Rio Claro

ABSTRACT

O radar de penetração no solo (GPR), aliado à sísmica de reflexão de alta resolução constituem-se em técnicas de desenvolvimento recente dentro da geofísica aplicada, cujos resultados e aprimoramentos metodológicos vem sendo continuamente expandidos. Considerando que a priori, o GPR seria mais adequado para resolver alvos mais próximos da superfície e a reflexão de alta resolução funcionaria melhor em profundidades intermediárias, o emprego conjunto dessas duas técnicas, possui um grande potencial de sucesso.

Desta forma, com este enfoque, são mostrados, neste trabalho, resultados da utilização do GPR juntamente com a sísmica de reflexão de alta resolução. Os dados obtidos na área de ensaios, localizada no Campus da UNESP de Rio Claro – SP, mostraram que os dados obtidos com o radar complementam de maneira bastante satisfatória os resultados da sísmica, sobretudo na porção mais rasa da seção, separando diferentes pacotes sedimentares, devido ao maior poder de resolução do GPR. O refletor mais profundo, no caso o topo de um “sill” de diabásio, foi bem definido por ambas as técnicas.

INTRODUÇÃO

O radar de penetração no solo GPR (“Ground Penetrating Radar”), dentre as técnicas recentes em desenvolvimento na geofísica aplicada, é aquela que vem conhecendo uma maior expansão, tanto em termos de quantidade de aplicação, como de rapidez na difusão de trabalhos e resultados. Devido à sua alta resolução esta técnica possui a capacidade de detectar alvos pequenos à pequena profundidade, propriedade esta que vem de encontro com os principais objetivos dos estudos ambientais em geral e da geologia ambiental em particular, num campo de aplicação das geociências que também tiveram um grande crescimento nos últimos anos.

Desde o início da sua implantação, o GPR vem gerando uma grande expectativa acerca dos resultados que pode fornecer. No entanto, em se tratando de técnica nova, justificam-se a realização de testes diversos para verificar quais as suas potencialidades e limitações, sobretudo no Brasil, que devido a fatores climáticos, possui coberturas de solo bastante espessa na maior parte do seu território, com propriedades elétricas (condutividade) bastante variáveis.

Uma das formas mais eficiente de se testar um técnica nova é compará-la com outras já consagradas. Com este objetivo, neste trabalho são apresentados os resultados de testes com o GPR juntamente com outra técnica geofísica, no caso a sísmica de reflexão de alta resolução, visando a comparação de seus resultados.

TESTES REALIZADOS

Foram realizados, no Campus da UNESP de Rio Claro - SP, testes de aplicação do GPR sobre um perfil, onde anteriormente foram realizados ensaios de sísmica de reflexão de alta resolução cujos resultados foram relatados por Dourado et al., 1998.

A geologia no local é composta de um pacote sedimentar cuja sequência pode ser resumida por solos e sedimentos arenosos da Formação Rio Claro, sobrepostos à folhelhos e siltitos da Formação Corumbataí, que é cortado por um “sill” de diabásio de abrangência regional.

No teste com o GPR foi utilizado o equipamento RAMAC, fabricado pela MALA, com antenas de 400, 200, 100, 50 e 25 MHz para fazer o levantamento de um perfil de aproximadamente 90 metros. Também foi executado um teste para a análise das velocidades utilizando o arranjo WARR (wide angle reflection and refraction), de acordo com Annan, 1992. Este arranjo foi feito utilizando-se antenas de 25 MHz. Neste teste a antena receptora ficou fixa e a antena transmissora foi deslocada por 25 metros, em intervalos de 0,5 m. O resultado deste teste é mostrado na Figura 1.

Nesta Figura, pode-se verificar a ocorrência de três hiperboles bem definidas, que correspondem à interfaces localizadas em subsuperfície. A primeira hipérbole de reflexão ocorre em torno de 350 ns (nanossegundos), a segunda ocorre no tempo duplo de 450 ns e no tempo duplo de 850 ns percebe-se nitidamente, porém sem uma extensão lateral marcante, outra hipérbole de reflexão que provavelmente, corresponde ao topo do “sill” de diabásio cuja profundidade é de 35 a 40 metros no local ensaiado.

Os ensaios de sísmica de reflexão foram realizados utilizando-se um sismógrafo de 24 canais da Bison, modelo GeoPro 8000, 24 geofones com frequência de ressonância de 100 Hz e uma marreta como fonte de ondas sísmicas. O arranjo de campo empregado foi o “common offset”, dimensionado através de um espaçamento de 3 metros entre os geofones e offset de 48 metros. Este offset foi escolhido com base no ensaio de análise de ruídos (“walkway noise test”) cujo sismograma é mostrado na Figura 2.

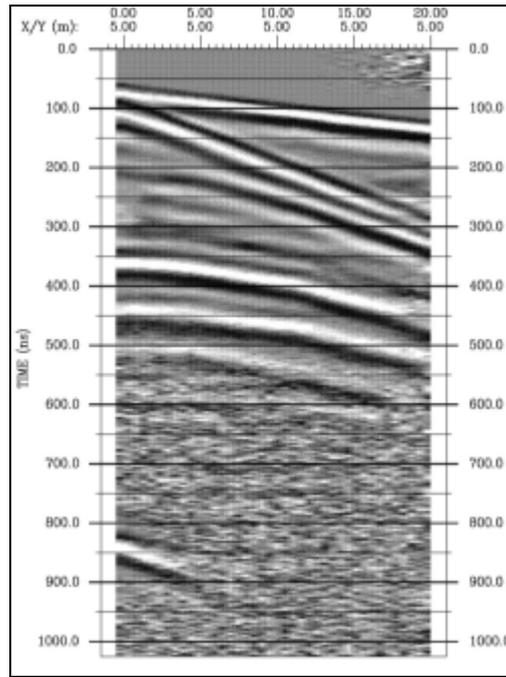


Figura 1 – Ensaio do GPR com arranjo WARR, utilizando antenas de 25 MHz

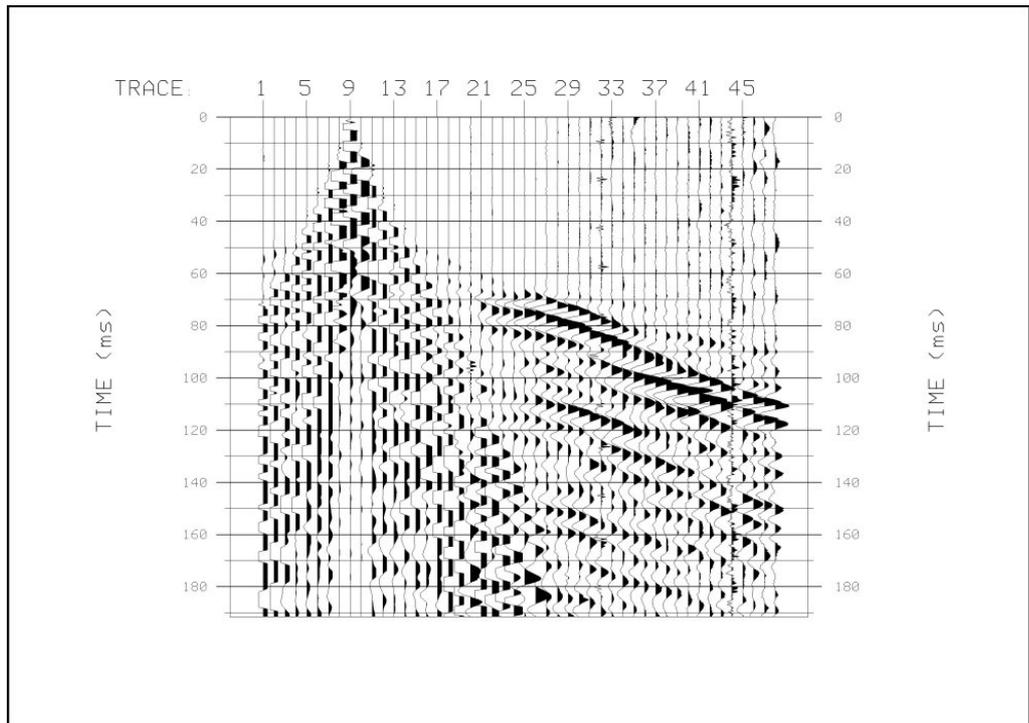


Figura 2 - Sismograma obtido na análise de ruído , para um arranjo de 24 geofones espaçados entre si de 3 metros . A distância escolhida para o offset foi de 48 metros.

Neste sismograma é visível a feição hiperbólica da reflexão no tempo aproximado de 70 ms (milissegundos). Esta reflexão é provavelmente proveniente da interface entre os sedimentos da Formação Corumbataí e o “sill” de diabásio já referido.

RESULTADOS OBTIDOS

Com os parâmetros obtidos tanto com o arranjo WARR para o GPR como na análise de ruídos para os ensaios de sísmica de reflexão de alta resolução, foram elaboradas as seções de radar e de sísmica, mostradas a seguir.

A seção de radar foi feita utilizando-se o arranjo entre a antena transmissora e receptora denominado de “common offset” ou afastamento constante, o deslocamento do arranjo foi de 0,5 metros, ou seja, a cada 0,5 metros existe um traço de radar. A seção é mostrada na Figura 3.

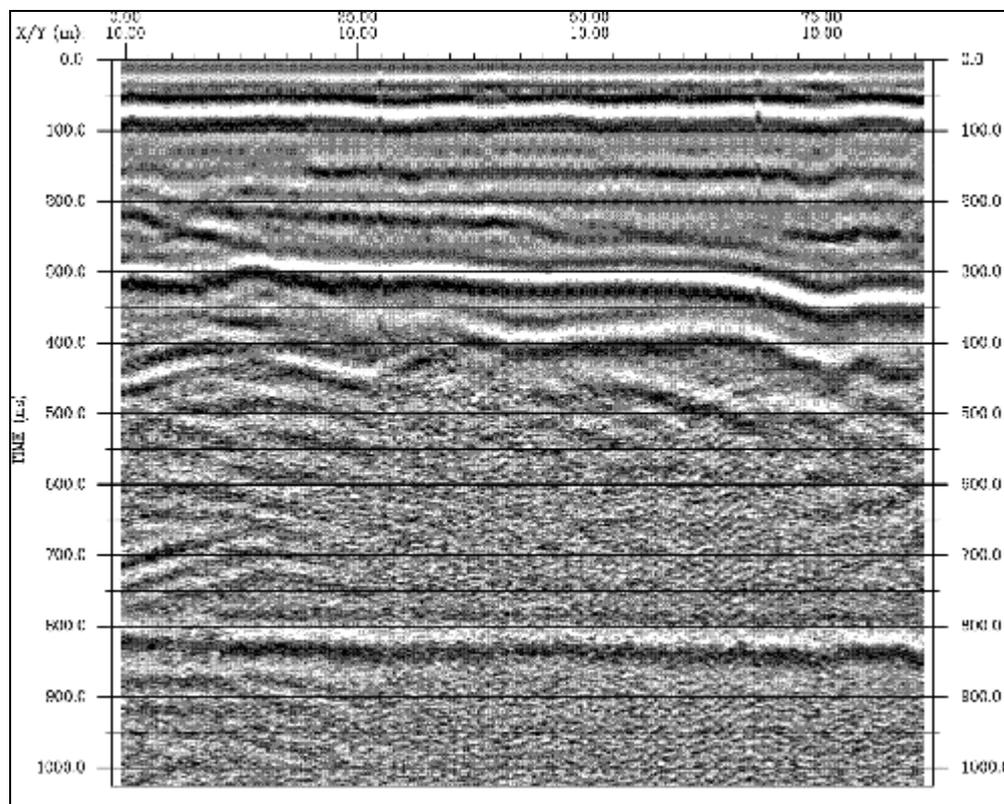


Figura 3 – Radargrama com duplo tempo de 1000 nanosegundos.

No radargrama pode-se identificar três interfaces refletoras bastante nítidas. A primeira ocorre no tempo duplo de 300 ns e corresponde provavelmente ao nível d'água (NA) da área, localizado em torno de 13 m. de profundidade. Outra interface corre próxima de 400 ns e foi interpretada como sendo o contato entre os sedimentos da Formação Rio Claro e da Formação Corumbataí, na profundidade de 15 m. A última feição correspondente a uma reflexão que ocorre próxima a 800 ns e como foi citado anteriormente, corresponde ao contato entre os sedimentos da Formação Corumbataí e o “sill” de diabásio.

Apesar de também terem sido executadas seções CDP durante os levantamentos sísmicos, a seção sísmica mostrada na Figura 4 foi realizada utilizando-se o arranjo “common offset” para que a comparação entre os dados sísmicos e de radar seja mais equivalente.

Nesta seção sísmica pode-se verificar a ocorrência de um refletor em 70 ms que foi interpretado por Dourado et al., 1998 como sendo correspondente ao topo do diabásio já referido. O outro refletor que localiza-se em 110 ms, foi interpretado como uma múltipla da onda.

CONCLUSÕES

Como pode ser verificado pelos registros mostrados, a área onde foram realizados os testes é bastante favorável à realização tanto dos ensaios sísmicos como os de radar. A sísmica é favorecida pelo grande contraste de velocidade e densidade existente entre o diabásio e os sedimentos clásticos da formação Corumbataí. Já os sedimentos arenosos da Formação Rio Claro e da Formação Corumbataí possuem condutividades elétricas bastante baixas, mesmo abaixo do nível d'água, de forma a permitir uma penetração em torno de 40 m para o radar.

A análise das duas seções mostra um refletor comum aos dois tipos de ondas (sísmicas e de radar) que corresponde ao contato entre o “sill” de diabásio e os sedimentos da Formação Corumbataí. Este fato mostra que é possível, quando as condições forem favoráveis, a utilização de ensaios de Radar para o detalhamento das feições superiores de uma seção sísmica. Da mesma forma, pode-se utilizar a sísmica de reflexão de alta resolução para detectar feições mais profundas, que não estejam ao alcance das ondas de radar.

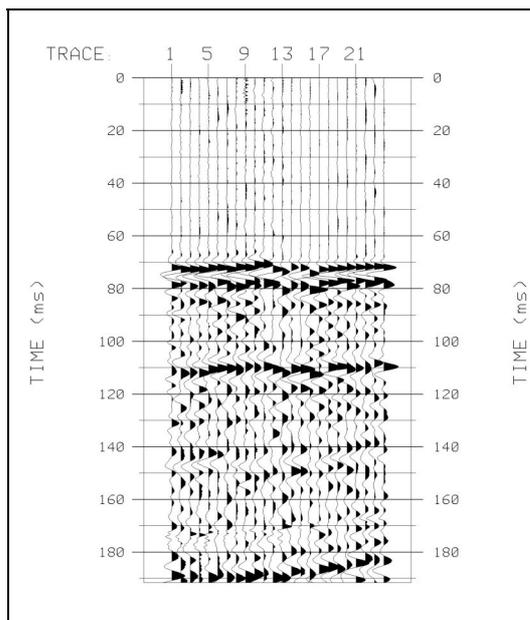


Figura 4 – Sismograma obtido com arranjo common offset. Neste arranjo foi adotada um offset de 48 metros e espaçamento entre geofones de 3 metros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Annan, P. A. (1992) – *Uses and techniques of ground penetrating radar in near-surface geophysics*. Society of Exploration Geophysicists. Workshop Notes, Sensor & Software Inc. 22 p.

Dourado, J. C.; Malagutti Filho, W; Gandolfo, O .B.e Braga, A. C. de O.(1998) - *Ensaio de Sísmica de Reflexão rasa com as técnicas CDP e common offset*. In. *II Encontro Regional de Geologia de Engenharia e II Workshop de Geofísica Aplicada – Rio Claro - SP. CDROM dos Resumos Expandidos*.