



Sísmica de refração de alta resolução usando dois tipos de fonte.

Sérgio Adriano Moura Oliveira, Rafael Dias Cunha, Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo

Copyright 2003, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 14-18 September 2003.

Contents of this paper was reviewed by The Technical Committee of The 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society and does not necessarily represents 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

Neste trabalho descrevemos um levantamento de sísmica de refração, onde foram utilizadas duas fontes sísmicas de diferentes potências. Com uma fonte de impacto de baixa energia geramos sinais com conteúdo de alta frequências que puderam mapear, com precisão, uma camada superficial de pequena espessura. A fonte de alta potência foi então usada para encontrar o embasamento.

Introdução

A capacidade de resolução do método sísmico está sujeito à vários fatores tais como os parâmetros de aquisição e o conteúdo de frequências do pulso sísmico. Contudo, a capacidade de discernir detalhes proporcionada pelo método, é muito afetada pelo fenômeno da absorção, ou seja, a transformação em calor de parte da energia carregada pela onda sísmica, na medida que esta se propaga pelos diferentes materiais que formam as camadas geológicas. Isto tende a gerar um decaimento exponencial da amplitude desta onda ao longo de sua trajetória de propagação (Sheriff e Geldart, 1982). Este fenômeno é seletivo, de maneira que afeta muito mais as componentes de alta frequência do sinal. Isto faz com que a terra se comporte como um verdadeiro filtro passa baixa. Frente a esta limitação física, a sísmica de exploração está sujeita ao seguinte dilema: apenas sinais de baixa frequência são capazes de atingir alvos mais profundos, porém isto limita a resolução do método. Sinais de alta frequências ampliam a capacidade de resolução, porém possuem pouca capacidade de penetração. A sísmica de alta resolução consegue usar sinais com conteúdo de frequências que não raro, chega a atingir 250Hz, este método, no entanto, só pode ser usado para alvos rasos, como acontece em estudos de geotecnia e prospecção de água subterrânea. Já a sísmica convencional, usada na prospecção de petróleo, tem de trabalhar com sinais com conteúdo de frequências na faixa dos 10 aos 60 Hz, em média.

Para contornar este problema, uma idéia seria o uso de dois tipos de fonte sísmicas durante a aquisição. Uma que produzisse um pulso de alta frequência, que nos

permitiria resolver muito bem as camadas superficiais e outra que produzisse um sinal de alta energia mas de frequência mais baixa, que desta maneira teria uma maior capacidade de penetração e revelaria alvos mais profundos. Esta idéia é factível de ser implementada em trabalhos de sísmica rasa, que não requer operações muito complicadas de levantamento. Neste trabalho descrevemos a aplicação desta técnica em um levantamento de refração onde o trabalho extra para o uso de duas fontes é praticamente insignificante. O levantamento foi realizado em uma área pertencente ao LENEP que será transformada em campo de prova para equipamentos geofísicos. Com a metodologia proposta, conseguimos mapear, com precisão, camadas com menos de um metro de espessura e detectar a presença do embasamento a uma profundidade variando de 25 a 30 metros.

Metodologia

Em um terreno pertencente ao LENEP (Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo da Universidade Estadual do Norte Fluminense) foi realizado um levantamento de sísmica de refração com o objetivo de definir a profundidade do embasamento e mapear a base de um aterro que foi feito durante a construção do prédio, localizado no município de Macaé, RJ. Estas informações são cruciais para um estudo em andamento, que pretende transformar a área em questão em um campo de testes para equipamento geofísicos. Como existia a indicação que este aterro poderia ser muito raso em determinadas regiões, seria necessário o uso de uma fonte sísmica que gerasse um pulso sísmico de alta frequência para mapear-lo adequadamente. Mas com este tipo de fonte corria-se o risco de não ser possível detectar o embasamento.

Para contornar este problema, optou-se então pelo uso de duas fontes de impacto de diferentes potência. É sabido que fontes sísmicas de baixa potência tendem a produzir sinais de maior conteúdo de frequência, enquanto fontes maiores produzem sinais com energia mais concentrada nas baixas frequências. Uma marreta de 8Kg foi usada como fonte de baixa energia. De acordo com um estudo feito por Herbst et al., 1998 tal fonte só é recomendada para alvos com no máximo 30 metros de profundidade. A fonte de maior potência foi uma Gisco Ess-200 que produz impactos usando um peso de 100 Kg impulsionado pela gravidade e por elásticos industriais. De acordo com o mesmo estudo citado anteriormente, uma fonte como esta pode ser usada para prospectar até 400 metros de profundidade.

No levantamento foi usado um sismógrafo de 24 canais. O espaçamento entre geofones foi de 4 metros, quando se usou a fonte de alta potência. O levantamento com a fonte de impacto de baixa energia foi realizado ao longo da mesma linha anterior, usando-se espaçamento de 2 metros entre geofones. Em ambos os casos foram empregados três tiros, o direto, o reverso e o do meio da linha.

Resultados

A figura 1 mostra o sismograma obtido com a fonte de impacto de baixa energia posicionada no meio da linha, a o espectro de amplitudes de alguns destes traços também é exibido. A figura 2 mostra os mesmos tipos de resultados obtidos com a fonte de impacto de alta energia. Observe que esta fonte tende a produzir sinais com conteúdo de baixa freqüência, enquanto o sinal gerado pela marreta tem sua energia mais concentrada em freqüências mais altas. A s figuras 3 e 4 exibem as curvas tempo X distância obtidas com a identificação das primeiras quebras nos tiros gerados com a fonte de alto e de baixo impacto, respectivamente. Observe que também é possível identificar a refração na base da camada de aterro na figura 3 (Evento número 2), porém isto foi feito com mais precisão quando se usou a marreta como fonte sísmica, uma vez que a localização das primeiras quebras é facilitada quando o pulso tem uma menor duração. A velocidade na camada de aterro foi medida em 230 m/s e sua espessura variou em torno de 1 metro, a camada abaixo desta possui a velocidade de 1580 m/s e a velocidade de propagação das ondas P no embasamento foi estimado em 4200 m/s. A profundidade deste foi estimada variando entre 25 e 30 metros ao longo da linha. A seção em profundidade obtida através da inversão dos dados das figuras 3 e 4 são exibidas nas figuras 5 e 6. A figura 6 exibe o detalhe do mapeamento da base do aterro obtido mediante o uso da marreta. Na figura 7 exibimos uma foto da fonte Ess-200 usada em nosso levantamento.

Conclusões

Neste trabalho propomos uma técnica simples para integrar dados de sísmica de refração em diferentes escalas de resolução que consiste no uso de fontes sísmicas de diferentes energia em um mesmo levantamento. Este procedimento requer pouquíssimo trabalho extra e gera resultados muito mais confiáveis, especialmente quando se quer mapear com precisão camadas finas superficiais.

Agradecimentos

Rafael Dias Cunha agradece à Agência Nacional de Petróleo (ANP) pela bolsa de iniciação científica que lhe foi concedida durante a realização deste trabalho.

Referências

Sheriff, R. E. and Geldart, L. P., 1992, Exploration Seismology, Cambridge University Press.

Herbst, R., Kapp, I., Krummel, H., Lück, E., 1998, Seismic sources for shallow investigations: A field comparison from Northern Germany, *Journal of Applied Geophysics*, Vol.38, p301-317.

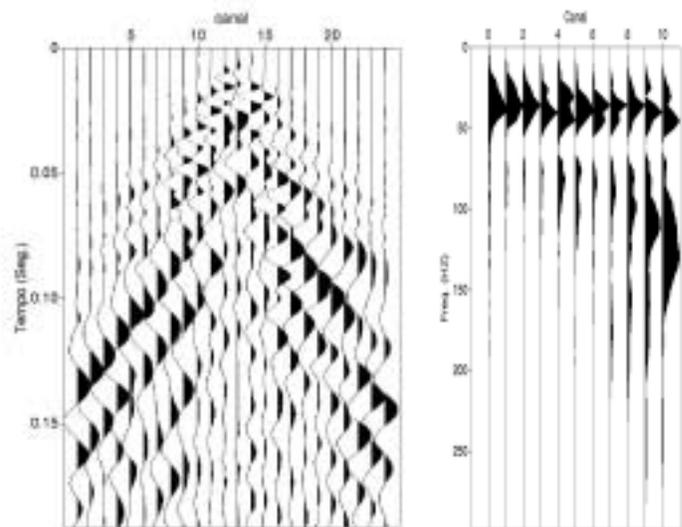


Figura 1- Sismograma e espectro de amplitude dos registros gerados com a fonte de baixa potência (marreta) posicionada no meio da linha.

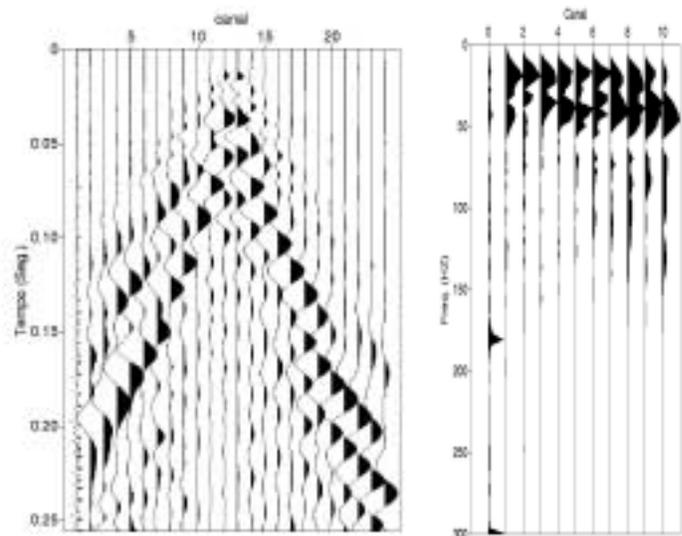


Figura 2- Sismograma e espectro de amplitudes dos registros gerados com a fonte de impacto de alta energia posicionada no meio da linha.

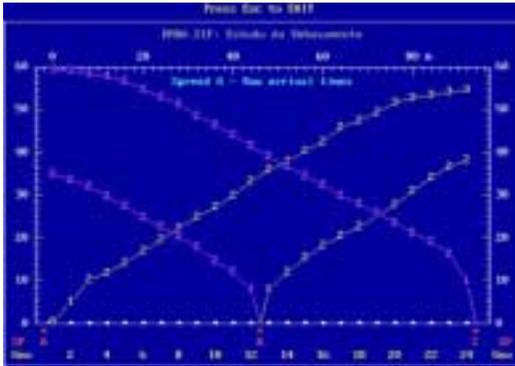


Figura 3- Curvas tempo X distância obtidas a partir dos tiros gerados com a fonte de alto impacto.

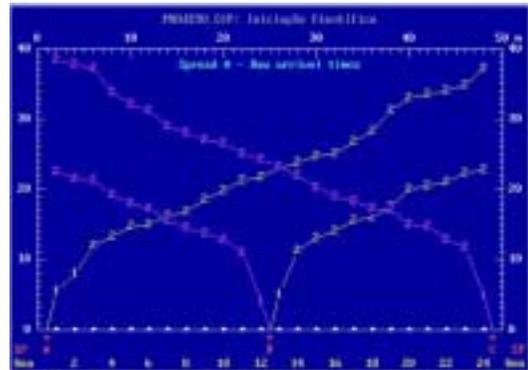


Figura 4- Curvas tempo X distância obtidas a partir dos tiros gerados com a marreta.

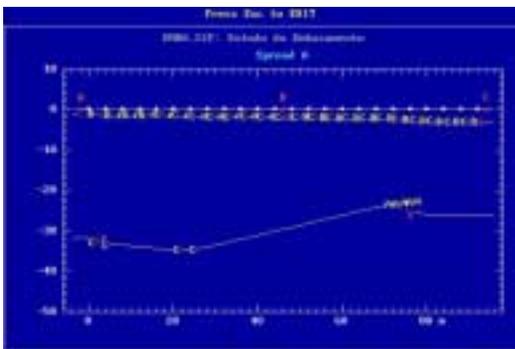


Figura 5- Modelo em profundidade gerado a partir da inversão das curvas tempo X distância da Figura 3.

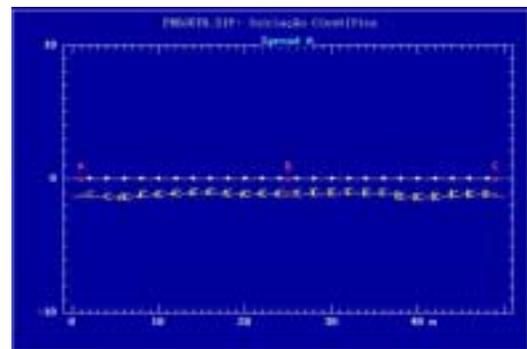


Figura 6- Modelo em profundidade gerado a partir da inversão das curvas tempo X distância da Figura 4.



Figura 7- Fonte sísmica ESS-200.