



Aplicação de sismograma sintético para identificação de fraturas no poço UFRJ-1-RJ.

Emerson Alves da Silva; Ana Maria Gauza; Paula Lucia Ferrucio da Rocha; José Leão de Luna, UFRJ.

Copyright 2008, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IV Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, 14 a 17 de novembro de 2010. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do IV 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

Shallow basement rock fracturing has an importance for evaluating permeability and stability in the realm of Engineering Geology, Environment and Hydrogeology. In the cases where fracturing is abundant and multi-angled, direct rock coring does not solve these questions. However, logging the well-Gamma Ray (GR) and wall imaging in this prospect, at Federal University of Rio de Janeiro- help to delineate a more complete picture of the rock fractures, as shown by the present article where we used two synthetic seismograms from which the fractures were identified.

Resumo

Nos contextos da Geologia de Engenharia, Meio ambiente e Hidrogeologia o embasamento fraturado tem importância na avaliação da permeabilidade e estabilidade do meio. No caso de existir muitas fraturas com diversos ângulos o testemunho pode não ser suficiente para diagnosticar este sistema geológico. Entretanto, a perfilagem geofísica e a imagem da parede do poço podem ajudar a delinear com mais detalhes as fraturas na rocha como é mostrado no presente trabalho onde foram utilizados dois sismogramas sintéticos a partir dos quais as fraturas foram identificadas.

Introdução

A sísmica de reflexão é amplamente utilizada para estudos de geologia em subsuperfície, o método consiste na geração de ondas elásticas que se propagam pelo interior da Terra, essas ondas são refletidas e refratadas nas interfaces que separam rochas com propriedades petrofísicas diferentes.

Os resultados da sísmica de reflexão dependem do contraste de impedância acústica das rochas que é o produto da velocidade de propagação da onda P e a densidade da rocha. A partir do conhecimento de tais propriedades é possível gerar sismogramas sintéticos que consistem em registros teóricos, construídos a partir de um modelo geológico ou dados de perfis de poços que simula a resposta sísmica de um pacote de rochas.

Sismograma sintético é uma ferramenta que pode ser utilizada com o objetivo de calibrar dados de poço com

dados sísmicos, e também permite simular problemas reais que auxiliam na interpretação dos dados adquiridos e no planejamento de aquisição de dados sísmicos futuros. Neste trabalho o sismograma sintético foi gerado a partir de dados de perfis de poço através da técnica de convolução.

A motivação deste trabalho foi avaliar a aplicação de sismograma sintético em dados de um poço na Ilha da Cidade Universitária - UFRJ onde o material perfurado é basicamente gnaisse que possui alguns níveis com variações mineralógicas e fraturas previamente identificadas em um perfil de imagem digital do poço.

Metodologia

As etapas iniciais desse trabalho foram: a) calcular a velocidade de propagação da onda P (V_P) a partir dos dados obtidos com o perfilador *Slim-Hole Full-Waveform Triple Sonic* b) calcular a densidade (ρ) utilizando o perfilador *Density Gamma Sonde (Trisonde)*, ambos de fabricação da *Robertson Geologging Limited*.

Para gerar o sismograma sintético inicialmente foi calculada a impedância acústica através da equação 1,

$$R = V_P \times \rho \quad (1)$$

e, os coeficientes de reflexão foram determinados conforme a equação 2.

$$R_{1-2} = \frac{v_{P_2} \rho_2 - v_{P_1} \rho_1}{v_{P_2} \rho_2 + v_{P_1} \rho_1} \quad (2)$$

O sismograma sintético $S(t)$ é obtido através da convolução entre a *wavelet* $w(t)$ e a refletividade $r(t)$ com a adição de um ruído $\eta(t)$, conforme Russell (1991) (in Costanzo – 2007) (equação 3).

$$S(t) = w(t) * r(t) + \eta(t) \quad (3)$$

A função $w(t)$ é o pulso padrão (*wavelet*) com frequência dominante definida e $r(t)$ é a função refletividade obtida a partir dos coeficientes de reflexão (eq.2). A componente que representa o ruído $\eta(t)$ foi considerada nula. Foi utilizada *wavelet* do tipo Ricker (figura 1) que segundo Santos (2004), pode ser calculada, no domínio do tempo, pela equação 4,

$$w(t) = A(1 - 2\tau^2)e^{-\tau^2} \quad (4)$$

onde A é a amplitude do pulso, $\tau=(t-t_s)/t_0$, t é o tempo; t_s é tempo onde ocorre o máximo do pulso e πt_0 é o período característico (dominante) do pulso.

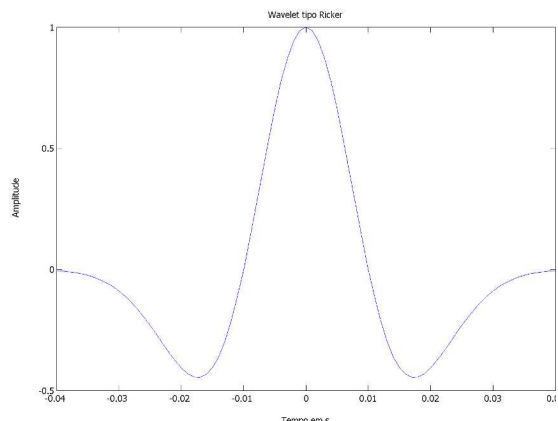


Figura 1- Pulso Ricker no domínio do tempo.

Para auxiliar nas análises foram utilizados também os dados de gama natural (GR) obtidos com o perfilador *Density Gamma Sonde (Trisonde)* e uma imagem digital da parede do poço registrada pela ferramenta *BHTV* também fabricada pela *Robertson Geologging*.

O poço UFRJ-1-RJ cujos dados foram utilizados está localizado no Campus da UFRJ na Ilha da Cidade Universitária. O embasamento cristalino, que aflora na região, é formado por migmatitos heterogêneos e anfíbolitos da série inferior do Arqueano. Esta ilha surgiu a partir de um pequeno arquipélago (Ilhas do Bom Jesus, do Fundão, do Pinheiro, Ferreira, França, Catalão e das Cabras) que pode ser visualizado na figura 2.



Figura 2 - Foto mostrando o arquipélago original em 1945 antes da construção da Cidade Universitária da UFRJ - Acervo: Arquivo Histórico do ETU/UFRJ. Disponível na internet em http://www.sibi.ufrj.br/Projeto/memoria_fotos.html

O poço UFRJ-1-RJ foi perfurado com 41m de profundidade e está localizado no topo do que era a Ilha do Bom Jesus, como pode ser visto na figura 3 com detalhe na figura 4.

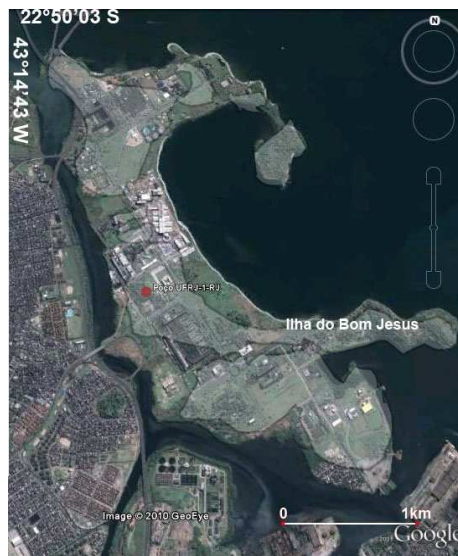


Figura 3- localização do poço UFRJ-1-RJ no Campus UFRJ na Ilha do Fundão no Instituto de Geociências. Modificado do Google

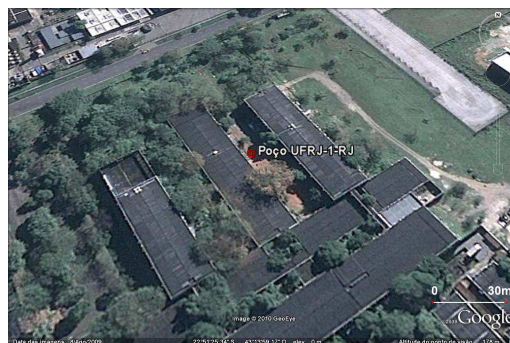


Figura 4- localização do Poço UFRJ-1-RJ na Área externa do Instituto de Geociências da UFRJ. Fonte Google.

Resultados

Foram gerados dois sismogramas sintéticos utilizando a *wavelet* do tipo Ricker com frequências dominantes de 25Hz e 50Hz cada uma. A tabela 1 mostra os valores de t_0 e t_s para cada frequência utilizada.

Tabela 1- Parâmetros utilizados para gerar os pulsos Ricker.

Frequência (Hz)	t_s	πt_0
25	0	0,04
50	0	0,02

Na imagem digital da parede do poço podem ser identificadas algumas fraturas subhorizontais. A figura 5 mostra um detalhe de um conjunto de fraturas na profundidade de 12,7m. As mudanças na coloração do gnaíse representam variações mineralógicas da rocha e o perfil de gama natural registrou esta variação

mineralógica. Um detalhe pode ser visto na figura 6 na profundidade de 32,5m.

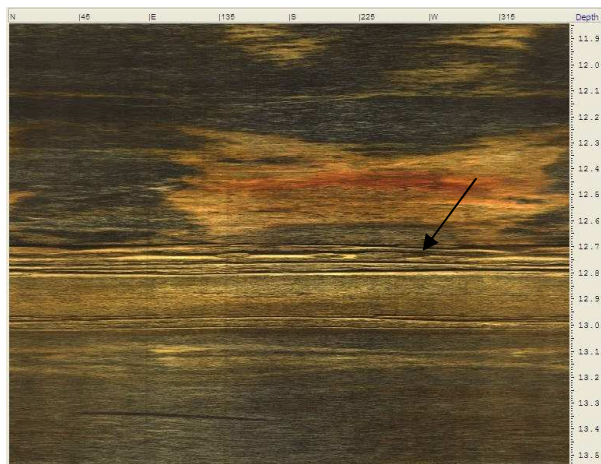


Figura 5-Detalhe das fraturas subhorizontais em 12,7m na imagem digital da parede do poço UFRJ-1-RJ.

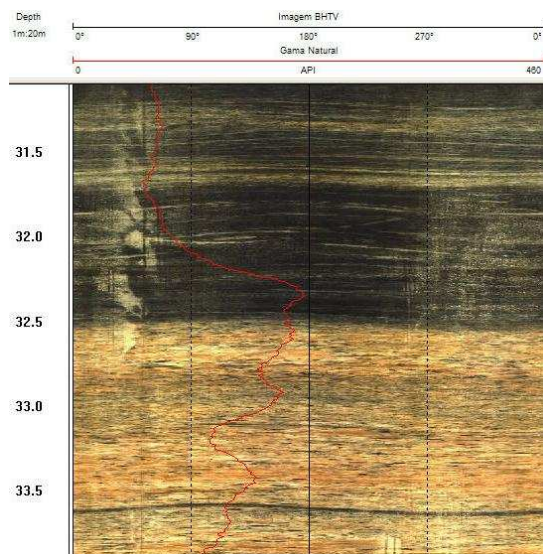


Figura 6 - Detalhe do registro do GR na profundidade de 32,5m na imagem digital da parede do poço UFRJ-1-RJ podendo-se observar também a mudança da coloração.

Os sismogramas sintéticos foram correlacionados com a curva de GR e a imagem da parede do poço. O perfil completo, com a imagem digital da parede do poço com os dados de GR sobrepostos, o perfil sísmico (DT), os valores de impedância acústica, os coeficientes de reflexão e os sismogramas sintéticos podem ser vistos na figura 7. Vale ressaltar que cada sismograma foi repetido cinco vezes para facilitar a visualização dos refletores.

Várias estruturas foram mapeadas em ambos os sismogramas sintéticos. São elas:

a) fraturas que estão mais bem definidas no traço de 50Hz mas também podem ser observadas no traço de

25Hz nas profundidades de 12,5m; 15,0m; 17,5m; 21,0m entre 29,0m-30,0m e em 37,5m.

b) as mudanças na mineralogia observadas nas profundidades: 19,0m; 24,0m; 26,5m; 32,5m e 34,0m estão bem evidentes no perfil de GR, porém nos sismogramas sintéticos aparecem como refletores fracos e podem ser mascarados na presença de ruído.

Conclusões

Os resultados mostraram a utilidade do método como auxiliar na identificação de estruturas na rocha como pode ser exemplificado nas fraturas mapeadas nos sismogramas de 25Hz e 50Hz, porém estas ficaram bem evidenciadas neste último.

As mudanças na mineralogia geraram refletores fracos, que podem ser mascarados na presença de ruído numa seção sísmica real, mas com o auxílio do perfil de GR esse problema poderia ser contornado.

Neste trabalho pode-se constatar mais uma vez a aplicabilidade do sismograma sintético no processo de interpretação sísmica evidenciado no caso das fraturas observadas no poço analisado. Este resultado poderia ser propagado em subsuperfície desde que houvesse dados de reais de sísmica.

Agradecimentos

Ao geólogo Carlos Alberto Birelli do IPT-SP que gentilmente cedeu os dados do perfil de imagem digital utilizado neste trabalho.

Referências

Birelli, C.A.; Ferrari, M.A.D.; Ciantelli, C.A., Integração de perfis ótica, acústica e elétrica para fins de avaliação ambiental de aquíferos. São Paulo: I Simpósio Regional da Sociedade Brasileira de Geofísica, 2004.

Costanzo, C. P.; Vidal, A. C.; Remacre, A. Z.; Sancevero S. S. Aplicação da Modelagem Sísmica 1D para a Caracterização do Campo de Namorado. In: 4º PDPETRO, Campinas, SP, 2007.

Lima, K.T.P. 1984. Utilização de métodos sísmicos, perfilagem e testemunhos de poços para caracterização dos turbiditos da formação Urucutuca na Bacia de Almada (BA). 146f. Doutorado em 2005, Universidade Estadual do Norte Fluminense.

Neto, J.B.M. Filtro de forma de Wiener e estimativa de máxima probabilidade usando assinatura e o ruído colorido. 1993. 66f. Mestrado em 1993, Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Geofísica, Universidade Federal da Bahia.

Santos, A.M.B. Empilhamento horizontal para reflexões além do ângulo crítico. 1984. 122f. Mestrado em 1984,

Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Geofísica, Universidade Federal da Bahia.

Santos, P. F. A.; Tadeu, A. J. B. Modelação da propagação de ondas sísmicas através do método dos elementos de fronteira. In: 6º Congresso Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica (Sísmica2004), pp.369/378, Guimarães, Portugal, Abril de 2004.

Silva, M. B. C. Influência da anisotropia VTI na correção do sobretempo normal em dados sísmicos e análise de velocidade por gradiente descendente. 2005. 159f. Doutorado em 2005, Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro.

Thomas, J.E., organizador. Fundamentos de Engenharia de Petróleo. Rio de Janeiro: Interciência: PETROBRAS. 2. ed. , 2004, 271p. ISBN 85719099.

Rocha, P. L. F. ; Silva, G. C. ; Polivanov, H. ; Ribeiro JR, N. M. . Geoelectrical Survey of Fundão Island, Rio de Janeiro-Brazil. In: Environmental and Engineering Geophysics - 4th Meeting -EEGS'98, 1998, Barcelona. Environmental and Engineering Geophysics - 4th Meeting - EEGS'98, 1998. v. 1.

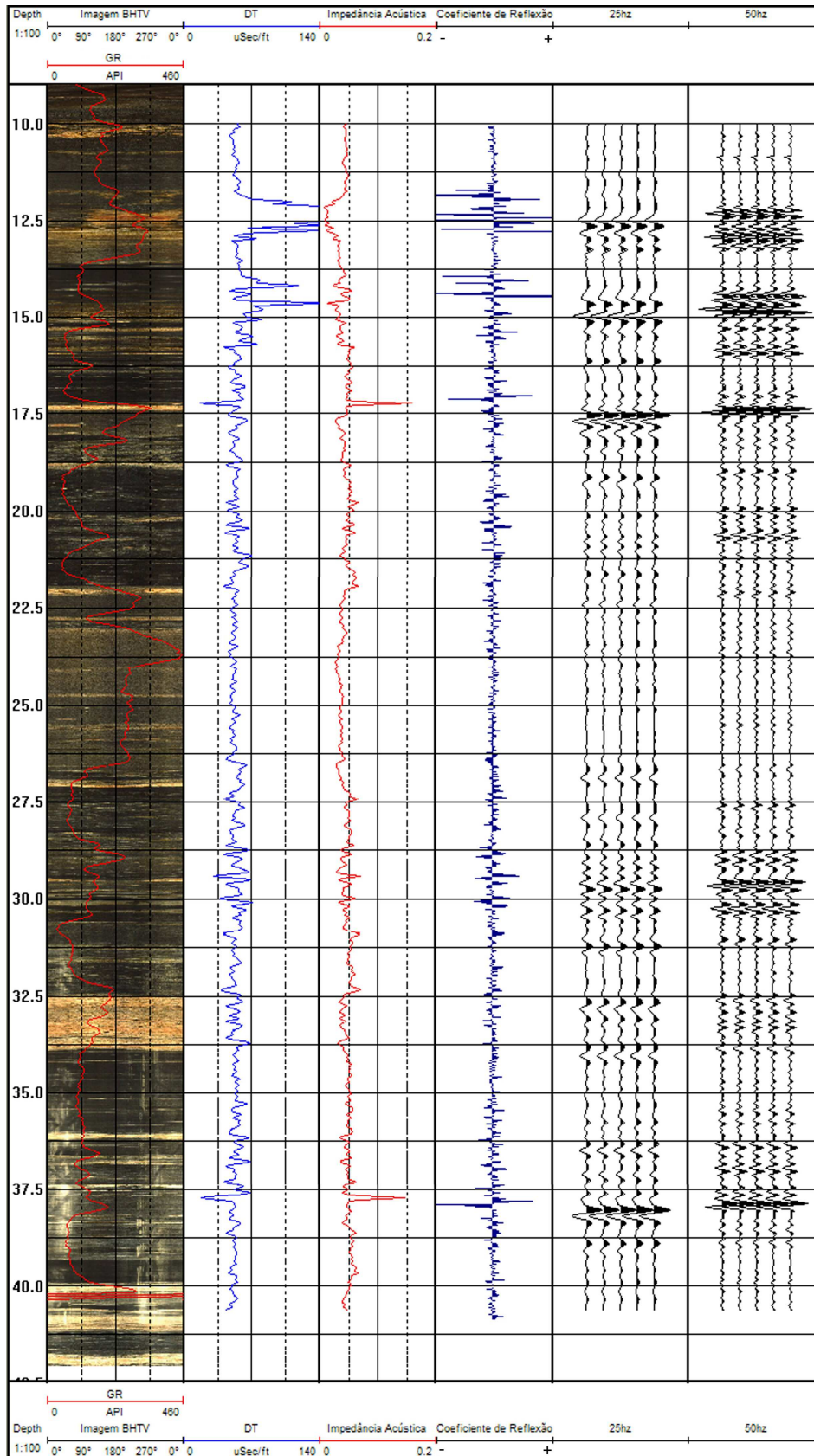


Figura 7- Traços sísmicos sintéticos gerados para o poço UFRJ-1-J.