

## VELOCIDADES DE ONDAS COMPRESSIONAIS E CISALHANTES COMO INDICADORES DE LITOLOGIA E TIPO DE FLUIDO CONTIDO EM ROCHAS POROSAS

**Bastos, A. da C.**

*Tese de Mestrado em Geofísica Aplicada*

*Data da Aprovação: 16.09.93 (CG/UFPA)*

*Orientador: Michael Anthony Lovell*

Este trabalho procura mostrar os principais fatores que influem velocidades acústicas em rochas porosas, e quando possível tenta relacionar estes fatores com dados de perfis. Para isto, utilizamos dados petrofísicos, mineralógicos e de velocidades acústicas em amostras de arenito obtidos de testemunho retirado de poço, e dados de perfis do mesmo poço. Velocidades compressional e cisalhante foram obtidas utilizando a técnica de transmissão de pulsos, como frequências de 100 kHz (Vp) e 180 kHz (Vs) quando as amostras estavam secas ou saturadas com água e 100 kHz (Vp) e 250 kHz (Vs) quando as amostras estavam saturadas com óleo. Os dados foram obtidos em laboratórios da PETROBRÁS, e os resultados confirmam que velocidades acústicas variam com porosidade, mineralogia e tipo de fluido contido no poro da rocha. Os resultados obtidos para Vp estão de acordo com o esperado, com valores para rochas saturadas 100% com água ou com óleo maiores do que para a rocha seca. Em algumas amostras foram obtidos valores de Vs 100% saturada com água, maiores do que Vs seca. Estes resultados não eram esperados, e são mais evidentes quando temos poros alongados e microfaturas no cimento da rocha, pois nestes casos quando a rocha está saturada, apresenta módulo de cisalhamento efetivo maior do que quando a amostra está seca, e varia com a porosidade e pressão. Altos valores da razão Vp e, conseqüentemente, da razão de Poisson em algumas amostras com baixa porosidade foram obtidos. Estes resultados não concordam com o que freqüentemente é mostra-

do na maioria dos trabalhos publicados, mas foram confirmados através dos dados de perfis do poço estudado. Observações da mineralogia das amostras, a partir de lâminas delgadas, mostram a presença de grande quantidade de anidrita em algumas amostras, o que afeta as propriedades elásticas das rochas, principalmente quando temos baixa porosidade, acarretando também variações nas velocidades acústicas. Entretanto, mesmo em regiões com baixas porosidades e grande quantidade de anidrita, encontramos baixos valores de razão de Poisson no perfil, o que é creditado à presença de gás na rocha, o que provoca queda em Vp, pois o módulo de volume efetivo da rocha diminui. Este trabalho apresenta ainda um capítulo no qual é desenvolvida uma técnica para reconstrução de perfis de velocidade da onda cisalhante em formações pouco consolidadas, onde muitas vezes a ferramenta de perfuração não faz o registro de Vs. Isto é feito com o auxílio de relações empíricas entre Vp, Vs e porosidade, em regiões do poço onde a ferramenta obtém bons resultados, e então utilizamos estas relações para a obtenção de Vs nas regiões onde o registro não é possível. Esta técnica foi testada em dois poços, e bons resultados foram obtidos, onde a diferença máxima entre os valores de Vs calculado e Vs obtido pela ferramenta não passam de 9%; para alguns intervalos praticamente não há diferenças entre os dois resultados. Uma observação adicional interessante é o aparente aumento em Vp e Vs com o aumento da porosidade (dados de perfil) em formações pouco consolidadas.

**ABSTRACT****COMPRESSIONAL AND SHEAR WAVE VELOCITIES USED AS INDICATORS OF LITHOLOGY AND TYPE OF FLUID IN POROUS ROCKS**

*This study investigates the principal factors that influence the acoustic velocity in porous rocks, and tries to relate these factors to well log data. To achieve this, laboratory petrophysical, mineralogical, and acoustic velocity data were obtained on core samples of arenite, and compared with log data for the same hole. Compressional and shear wave velocities were measured using a pulse transmission of 100 kHz ( $V_p$ ) and 180 kHz ( $V_s$ ) when the samples were dry or saturated with water and 100 kHz ( $V_p$ ) and 250 kHz ( $V_s$ ) when the samples were saturated with oil. The data were obtained in the laboratories of PETROBRÁS. The results confirm that acoustic velocities vary with porosity, mineralogy, and the type of fluid contained in the pores. The results for  $V_p$  are in agreement with expectations based on previous studies, with values for (100%) water-saturated or oil-saturated rocks greater than for dry rocks. In some cores shear wave velocities were higher when water-saturated than when dry. These results are not necessarily expected, and the effect is more evident when the pores are elongated and the cement contains microfractures. In these cases, when the rock is saturated, the effective shear modulus appears to be bigger than when the rock is dry. The effect varies with pressure and with porosity. High*

*values of the ratio  $V_p/V_s$ , and consequently of Poisson's Ratio, were obtained in some low porosity samples. These results are not in agreement with the majority of previously published data, but are confirmed by the log data. Studies of mineralogy in this sections show the presence of a larger quantity of anhydrite in some samples. This affects the elastic properties of the samples, especially at low porosity, resulting in variations in acoustic velocities. Meanwhile, in zones with both low porosity and large quantities of anhydrite, the logs show low values of Poisson's Ratio. This is believed to be due to the presence of gas in the rock, and causes a drop in the value of  $V_p$  due to decrease in the effective bulk modulus. This study also considers a technique for calculating the shear wave velocity in poorly consolidated formations where logging tools often do not register a shear wave arrival. This uses empirical relationships for both  $V_p$  and  $V_s$  with porosity, derived in regions of the hole where good  $V_p$  and  $V_s$  data exist. These relationships are then used to calculate  $V_s$  in zones where no arrival was clearly observed. The maximum difference between the values of calculated and observed  $V_s$  are less than 9%. For some intervals there is practically no difference between calculated and observed values. One additional observation of interest is the apparent increase in both  $V_p$  and  $V_s$  with increasing porosity (log data) in poorly consolidated formations.*

**THE 31<sup>st</sup> INTERNATIONAL  
GEOLOGICAL CONGRESS  
PLUGGED INTO OUR WORLD**

**[www.31igc.org](http://www.31igc.org)**

**THE MOST IMPORTANT GEOSCIENTIFIC EVENT WORLDWIDE!**