

APLICAÇÃO DE ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS EM PERFIS DE POÇO

Silva, H. P. da

Tese de Mestrado em Geofísica Aplicada

Data da aprovação: 17.08.93 (CG/UFPa)

Orientador: Michael Anthony Lovell

Esta tese descreve a aplicação de análise de séries temporais em perfis de poço. Através desta técnica é possível avaliar-se a repetição e a resolução vertical de perfis, e determinar-se o intervalo de amostragem e a velocidade de perfilagem ideais para diferentes perfis. A comparação entre três poços é também feita, baseada num mesmo tipo de perfil. Para tanto, na seqüência utilizada, procurou-se manter num mesmo domínio os dados cuja quantidade total de amostra (N) por perfil não ultrapassou 2048. Desses dados, foram inicialmente retirados o valor médio das amostras e o alinhamento polinomial algébrico eventualmente nelas embutido. Em seguida, foi efetuada a aplicação do ponderador cossenoidal, do filtro passa-alta, da janela Hanning, do cálculo da função coerência, do espectro de fase, da razão sinal-ruído e dos espectros de potência do sinal e do ruído, nesta ordem. Para a função coerência, fez-se necessário o cálculo dos níveis de confiança de 50%, 90% e 95%. O cálculo do primeiro nível teve por base a necessidade de se determinar a resolução vertical de alguns perfis, e dos demais, a fim de que fosse obtida uma informação referente à localização daqueles níveis para a coerência calculada. Em relação ao espectro de fase, seu cálculo surgiu da necessidade de se obter uma informação adicional a respeito dos perfis manipulados, ou seja, o conhecimento da ocorrência ou não de deslocamento relativo de profundidade entre a seção principal e a seção repetida. A razão sinal-ruído foi calculada no sentido de possibilitar a comparação, como elemento avaliador dos diversos tipos de perfis, com a coerência e o cálculo dos espectros de potência. Os espectros de potência do sinal e do ruído foram calculados para se ter mais um parâmetro de avaliação da seção repetida, já que, em tese, os espectros de potência do sinal e do ruído da seção repetida devem ser iguais aos respectivos espectros da seção principal. Os dados utilizados na aplicação da metodologia proposta foram fornecidos pela PETROBRÁS e oriundos de quatro poços da Bacia Potiguar

emersa. Por questões de sigilo empresarial, os poços foram identificados como poços A, B, C e D. A avaliação da repetição entre diferentes tipos de perfis indica que, para o poço A, o perfil micro-esférico (MSFL) tem repetição melhor do que o perfil de porosidade neutrônica (CNL), o qual tem, por sua vez, repetição melhor do que o perfil de raios gama normal (GR). Para os perfis do poço D, uma diminuição da velocidade de perfilagem de 550 m/h para 275 m/h é vantajosa apenas para o perfil de porosidade neutrônica. Já a velocidade de perfilagem de 920 m/h, utilizada na obtenção dos perfis de poço C, é totalmente inadequada para os perfis de resistividade (MSFL, ILD e ILM). A diminuição do intervalo de amostragem de 0,20 m para 0,0508 m, nos perfis de raios gama e de porosidade neutrônica, e 0,0254 m para o perfil de densidade, apresenta bons resultados quando aplicada no poço D. O cálculo da resolução vertical indica, para o perfil de porosidade neutrônica, uma superioridade qualitativa em relação ao perfil de raios gama normal, ambos pertencentes ao poço A. Para o poço C, o perfil micro-esférico apresenta uma resolução vertical na mesma ordem de grandeza da resolução do perfil de raios gama do poço B, o que evidencia ainda mais a inconveniência da velocidade de perfilagem utilizada no poço C. Já para o poço D, o cálculo da resolução vertical indica uma superioridade qualitativa do perfil de densidade de alta resolução em relação ao perfil de raios gama de alta resolução. A comparação entre os poços A, B e D, levada a efeito através dos respectivos perfis de porosidade neutrônica normais, comprova que a presença de ruído aleatório, em geral, está diretamente ligada à porosidade da formação - uma maior porosidade indica uma presença maior de ruído e, por conseguinte, uma queda qualitativa no perfil obtido. A análise do espectro de fase de cada perfil indica um deslocamento em profundidade, existente entre as seções principal e repetida de todos os perfis do poço C. E isto pode ser confirmado com a posterior superposição das seções.

ABSTRACT**APPLICATION OF TIME SERIES ANALYSIS TO WIRELINE LOGS**

This thesis describes the application of time series analysis to wireline logs. Through this technique it is possible to evaluate both their repeatability and vertical resolution, and determine the optimum sampling interval and acquisition speed for different logs. A comparison between three wells is also made, based on the same type of log. The sequence used is to obtain data, in the same domain, for which the number of samples (n) does not exceed 2048. For these data the mean sample value and the algebraic polynomial are determined. The following were then applied, in order: cosine taper, high pass filter, Hanning window, the calculation of the coherence function, the phase spectra, and the signal to noise ratio of the power spectra for both the signal and the noise. For the coherence function, it was necessary to calculate the level of confidence for 50%, 90% and 95%. The calculation of the first level was necessary to determine the vertical resolution of some logs. The others were calculated to provide information concerning the position of the levels of coherence calculated. In relation to the phase spectra, its calculation suggests it is necessary to obtain additional information in respect of the processed logs, or in other words, knowledge of any relative depth shifts made between the principal and repeat sections. The signal to noise ratio was calculated to investigate the possibility of evaluating the different types of logs by making a comparison with the coherence and the calculated power spectra. The power spectra of the signal and the noise were calculated to provide one additional parameter to evaluate the repeat section. In theory the power spectra of the signal and the noise of the repeat section should be equal to their respective spectra for the

principal sections. The data used in this work were provided by PETROBRÁS and originated in four holes of the Potiguar Basin. These are referred to as Holes A, B, C and D. The evaluation of the repeatability between different types of logs indicates that, for Hole A, the microspherical log (MSFL) has better repeatability than the porosity log (CNL), and that this repeats better than the gamma ray log (GR). For the logs run in Hole D, a decrease in the speed at which the logs are run, from 550 m/hr to 275 m/hr, is advantageous only for the neutron porosity log. The velocity of 920 m/hr used in Hole C is totally inadequate for the resistivity logs (MSFL, ILD and ILM). A decrease in the sampling interval from 0.2 m to 0.0508 m, for the gamma ray and neutron porosity logs, and to 0.0254 m for the density log, gives good results when applied to Hole D. The calculation of vertical resolution indicates, that the neutron porosity is of superior quality when compared with the natural gamma ray in Hole A. In Hole C the microspherical log (MSFL) has a vertical resolution of the same order as the natural gamma ray log (GR) in Hole B. This confirms the inappropriate speed for the logs acquired in Hole C. For Hole D, the calculation of vertical resolution indicates a superior quality for the high resolution density log when compared with the high resolution gamma ray log. The comparison between Holes, A, B and C, uses the respective neutron porosity logs, confirming that the presence of noise, in general, is directly linked with the porosity of the formation - a higher porosity indicates more noise and consequently, a lower quality log is obtained. Analysis of phase spectra of each log indicates a depth shift exists between the principal and repeat sections for all the logs of Hole C. This could be confirmed through superposition of the sections.