



Correção dip moveout em dados sísmicos da Bacia sedimentar do Tacutu

Michelângelo G. da Silva, Milton J. Porsani CPGG/UFBA, Brasil.

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9th International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are author's responsibility and do not necessarily represent 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.

Abstract

We present the results obtained in the processing of reflection seismic data of the Basin Sedimentary of the Tacutu applying the method dip moveout (DMO) in common shot gather using the logarithmic transformation of both the time and the space coordinates. The main objective was obtain a velocity field and to generate the zero-offset stacked section. The processing flowchart involved the residual velocity analysis of the seismic data. We obtain estimation the velocity field of the subsurface most real and to increase the reason signal-noise of the stacked section with the correction dip moveout.

Introdução

A técnica Dip Moveout (DMO) tem como ponto de partida a busca pela solução do problema de dependência entre as velocidades de Normal moveout (NMO) e o mergulho dos refletores em subsuperfície. Comparativamente, as velocidades de NMO para refletores mergulhantes são superiores às velocidades observadas no caso de refletores horizontais (Levin, 1971). Portanto, o objetivo básico do DMO é corrigir nos dados sísmicos pré-empilhados as distorções ocasionadas pela presença de refletores mergulhantes, transformando as seções de afastamento não nulo em seções de afastamento nulo. Os processos de DMO preservam reflexões em planos de falha e melhoram a identificação das hipérbolas de difração nas seções empilhadas. Sua aplicação pode ser feita visando a realização de uma análise residual de velocidade.

Este artigo apresenta o método de correção dip moveout em famílias de tiro (Cabrera et al., 1989) empregado no processamento de dados sísmicos da Bacia do Tacutu com o objetivo de remover o efeito do mergulho dos refletores sobre a velocidade de empilhamento, obter um campo de velocidade mais preciso na análise de velocidade residual e a seção sísmica empilhada.

Correção DMO

A transformação dos dados sísmicos de offset não nulos para offset nulo via normal moveout é totalmente compro-

metida, uma vez que as famílias CMPs não representam verdadeiramente reflexões de um mesmo ponto refletor comum e existe a dependência da velocidade de NMO em relação ao mergulho do refletor. A equação NMO que é dependente do mergulho e está relacionada ao tempo de trânsito para diferentes afastamentos fonte-receptor é dada por:

$$t^2 = t_0^2 + \frac{f^2 \cos^2 \phi}{V^2}, \quad (1)$$

onde f - offset e t_0 - tempo de afastamento nulo.

Admitindo que o ponto médio entre fonte-receptor seja h , teremos $f = 2h$. Realizando uma manipulação trigonométrica ($\cos^2 \phi = 1 - \sin^2 \phi$) na equação (1), podemos reescrevê-la como:

$$t^2 = t_0^2 + \left(\frac{2h}{V}\right) - \left(\frac{2h \sin \phi}{V}\right)^2 \quad (2)$$

A equação (2) mostra que a correção DMO não tem efeito quando aplicada em dados de afastamento nulo, independentemente do mergulho do refletor. Por outro lado, em dados com afastamento fonte-receptor a correção cresce com o aumento do mergulho dos refletores e diminui com a redução da velocidade.

No método de correção DMO realizado diretamente nas famílias de tiro comum (Biondi et al., 1987) o operador é inicialmente variante no tempo e espaço, mas através de uma transformação logarítmica nas duas coordenadas, torna-se aproximadamente invariante. Por meio dessa transformação, o dip moveout pode ser realizado pela multiplicação no domínio da frequência-número de onda. Esse método, apresenta resultados semelhantes (seções empilhadas) ao dos algoritmos que trabalham com seções de offset constante (Cabrera et al., 1989). Esse tipo de correção dip moveout torna-se vantajoso quando se trabalha com grande volume de informações, uma vez que não há necessidade de organização prévia dos dados, pois normalmente encontram-se organizados em famílias de tiro comum. De acordo com Biondi et al. (1987), o NMO corrigido do mergulho pode ser obtido através de dois processos em cascata, com a correção NMO convencional:

$$t = \left(t_n^2 + \frac{h^2}{v^2}\right)^{0.5}, \quad (3)$$

onde t_n é o tempo NMO sem correção do mergulho, h o offset; e um processo dependente do mergulho:

$$t_n = \left(t_0^2 - \frac{h^2 \sin^2 \phi}{v^2}\right)^{0.5}. \quad (4)$$

Para um registro de tiro $S(t, h)$, teríamos:

$$S_n(t_n, h) = S \left(\sqrt{t_0^2 + \frac{h^2}{v^2}}, h \right), \quad (5)$$

como o registro de tiro corrigido do normal moveout. E o tiro transformado num sismograma zero-offset $S_0(t_0, h)$, dado por:

$$S_0(t_0, h) = S_n \left(\sqrt{t_0^2 - \frac{h^2 \sin^2 \phi}{v^2}}, h \right). \quad (6)$$

onde S_0 é a família de tiro corrigido de DMO, S_n é o sismograma de tiro corrigido do normal moveout, h o offset, t_0 tempo zero offset, v a velocidade do meio e ϕ o ângulo de mergulho do refletor.

A transformação logarítmica no tempo e no espaço torna o operador DMO invariante (Cabrera et al., 1989). A expressão abaixo representa a transformação dip moveout para famílias de tiro comum.

$$S_0(t_0, h) \approx S_n \left[t_0 - \frac{h^2}{2t_0} \left(\frac{\Delta t_0}{\Delta h} \right), h \right]. \quad (7)$$

Esta expressão é obtida fazendo-se uma aproximação do termo da raiz quadrada da equação (6) por meio da expansão da série de Taylor e substituindo-se a relação entre o mergulho e a inclinação da reflexão em afastamento nulo.

Para realizar a transformação logarítmica temporal (Bolondi et al., 1982) utiliza-se a expressão:

$$\psi_0 = T_r \ln \left(\frac{t_0}{T_r} \right). \quad (8)$$

O dado transformado será:

$$T_0(\psi_0, h) \approx q_n \left(\psi_0 - \frac{h^2}{2T_r} \left(\frac{\Delta \psi_0}{\Delta h} \right)^2, h \right), \quad (9)$$

onde T_r é o tempo de referência.

Para fazer a transformação logarítmica espacial e remover a dependência espacial do termo

$$\frac{h^2}{2T_r} \left(\frac{\Delta \psi_0}{\Delta h} \right)^2, \quad (10)$$

é utilizada a expressão

$$\lambda = H_r \ln \left(\frac{h}{H_r} \right). \quad (11)$$

O termo em (10) pode ser transformado e aplicado na equação (9) juntamente com a equação (11) para que seja obtido o dado transformado no domínio logarítmico tempo e espaço:

$$\bar{T}_0(\psi_0, \lambda) \approx \bar{q}_n \left(\psi_0 - \frac{H_r^2}{2T_r} \left(\frac{\Delta \psi_0}{\Delta \lambda} \right)^2, \lambda \right). \quad (12)$$

A equação (12) no domínio $\omega - k$ fica:

$$\bar{T}_0(\omega, k) \approx \bar{q}_n(\omega, k) \exp \left(-i\omega \frac{H_r^2}{2T_r} \frac{k^2}{\omega^2} \right). \quad (13)$$

Depois que os sismogramas de tiro corrigidos do normal moveout são convertidos para o domínio logarítmico é realizado uma transformada de fourier 2-D e aplicado o termo de deslocamento de fase DMO da equação (13), por fim, aplica-se a transformada inversa de fourier 2-D e a conversão dos dados para o domínio $t - x$.

Aplicação da correção DMO em dados reais

Os dados sísmicos que utilizamos pertencem a linha sísmica RL50-90, levantada em 1981 na campanha exploratória de hidrocarbonetos realizada pela PETROBRAS na Bacia Sedimentar do Tacutu. Essa linha, foi adquirida da Agência Nacional do Petróleo - ANP e possui 179 registros de tiro, cobertura CDP de 1200%, lanço de 2500-150-0-150-2500(m) e tempo de registro de 4s (Silva, 2004). A aplicação da correção DMO nas famílias de tiro foi realizada após a atenuação dos eventos coerentes relacionados a onda direta e refratada pela filtragem FK e da correção normal moveout com o campo de velocidade estimado na análise de velocidade preliminar (fig. 2). A seção empilhada gerada utilizando-se o campo de velocidade preliminar pode ser visto na figura 3, onde nota-se a baixa frequência dos eventos rasos devido ao efeito do estiramento e da presença da onda direta e refratada nos dados, também vemos a baixa razão sinal-ruído dos traços.

A figura 4, ilustra o resultado obtido após a aplicação do método de correção DMO numa família de tiro da linha sísmica RL50-90. É possível observar no tiro corrigido do DMO, que houve uma atenuação do estiramento e a melhoria da continuidade do evento localizado na janela de tempo entre 0.5 e 1.0s nos offsets maiores.

Depois da correção Dip moveout, retiramos a correção NMO dos dados (normal moveout inverso) e fizemos a análise de velocidade residual, obtendo-se o campo de velocidade exposto na figura 5. Com o novo campo de velocidade estimado, aplicamos a correção NMO e empilhamos as famílias CMPs. A seção empilhada obtida é ilustrada na figura 6, na qual, podemos notar uma melhor definição dos eventos próximos à superfície, devido a atenuação do estiramento e o aumento significativo na razão sinal-ruído dos traços com o uso de um campo de velocidade mais preciso. O fluxograma na figura 1, ilustra as etapas do processamento realizado.

Conclusões

Podemos verificar através dos resultados apresentados, que após a análise de velocidade residual realizada com os dados corrigidos pelo método DMO em famílias de tiro foi possível obter um campo de velocidade da subsuperfície mais preciso e um aumento da razão sinal-ruído da seção empilhada.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FINEP, FAPESB, PETROBRÁS e CNPq pelo apoio financeiro ao projeto Rede em Risco Exploratório, à Paradigm e Landmark pelas licenças dos softwares de processamento sísmico doadas ao CPGG-UFBA.

Referências Bibliográficas

Biondi, B., e Ronen, J. (1987) Dip moveout in shot profiles: Geophysics, Vol. 52, No. 11, p.1473-1482.

Bolondi, G., Loinger, E. e Rocca, F. (1982) Offset continuation of seismic sections: Geophys. Prosp., Vol. 30, p.813-826.

Cabrera, J., e Levy, S. (1989) Shot Dip moveout with logarithmic transformations: Geophysics, Vol.54, No. 8, p.1038-104.

Levin, F. K. (1971) Apparent velocity from dipping interfaces: Geophysics, Vol.36, No. 3, p.510-516.

Silva, M. G (2004) Processamento de dados sísmicos da Bacia do Tacutu, dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia.



Figura 1: Fluxograma de processamento com a correção DMO no domínio do tiro aplicada na linha sísmica RL-5090 da Bacia do Tacutu.

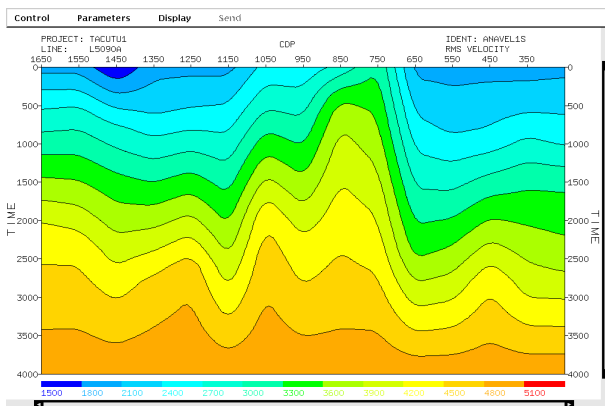


Figura 2: Campo da velocidade estimado na análise de velocidade preliminar

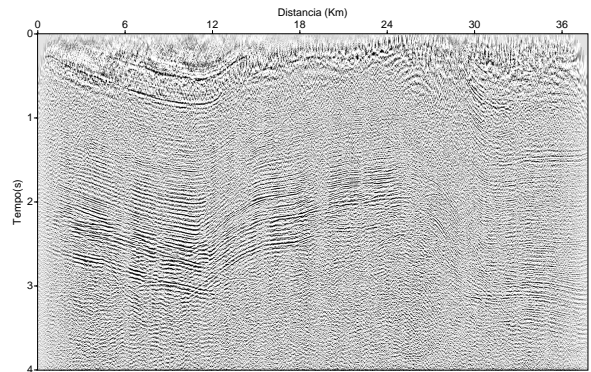


Figura 3: Seção empilhada utilizando-se o campo de velocidade da figura 2.

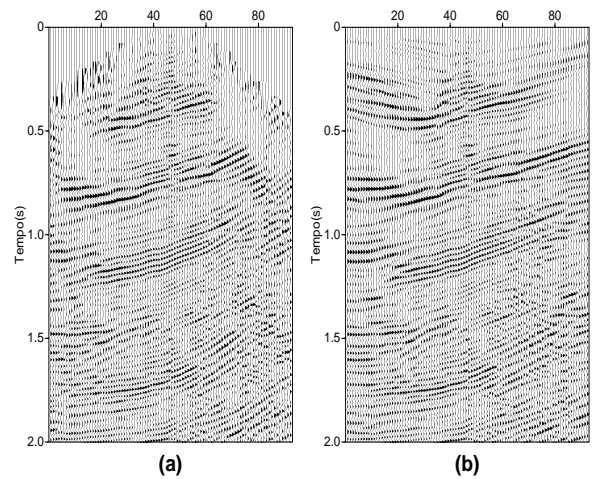


Figura 4: Aplicação da correção DMO no tiro 50 da linha RL50-90: (a) família de tiro com correção NMO, (b) após o DMO

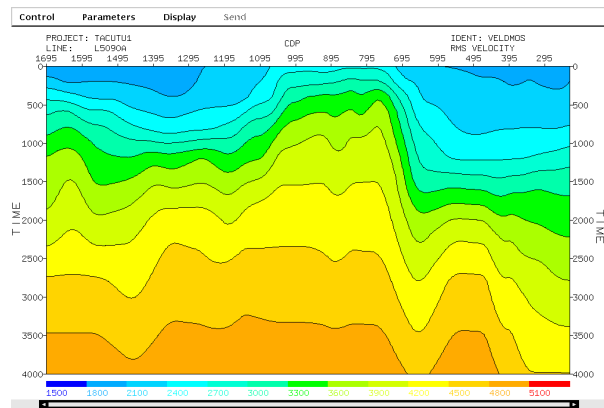


Figura 5: Campo da velocidade estimado com os dados corrigidos do DMO

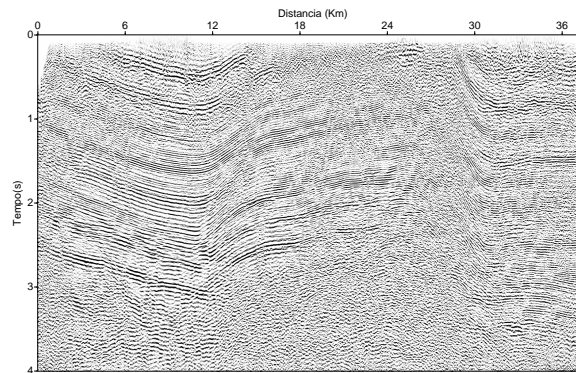


Figura 6: Seção empilhada utilizando-se o campo de velocidade estimado da figura 5.