



Atenuação de reflexões múltiplas em dados terrestres associadas a derrames de diabásio da bacia do Solimões utilizando deconvolução preditiva multicanal

Misael Possidonio de Souza, Milton José Porsani e Michelângelo Gomes da Silva, CPGG/UFBA

Copyright 2016, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica.

Este texto foi preparado para a apresentação no VII Simpósio Brasileiro de Geofísica, Ouro Preto, 25 a 27 de outubro de 2016. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do VII 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.

Resumo

A bacia do Solimões passou a ser alvo de campanhas de exploração do petróleo após a descoberta do campo de Juruá na década de 70. Sua evolução geológica é marcada por derrames magmáticos representados pelas soleiras de diabásio, os quais além de barrarem a energia sísmica, geram reflexões múltiplas, criando problemas no processamento. Propõe-se neste trabalho a aplicação da deconvolução preditiva multicanal para atenuação de reflexões múltiplas, após filtragens do ground-roll. Os resultados obtidos demonstraram que apesar da periodicidade destes eventos não ser totalmente perfeita, o método foi eficaz em dados terrestres, atenuando reflexões múltiplas e preservando as reflexões primárias.

Introdução

Apesar do atual cenário desfavorável para pesquisa de petróleo, o que leva as grandes empresas a focarem apenas nas bacias sedimentares marinhas e no pré-sal, a exploração de petróleo em bacias de nova fronteira, como a bacia do Solimões, ainda será objeto de muitas discussões no futuro, haja vista o sucesso da exploração na década de 70, com a descoberta de campo com gás a nível comercial. A geologia desta bacia é caracterizada pelos expressivos volumes de magma durante a fase rift, os quais são as soleiras de diabásio, presentes em quase toda área da bacia e são facilmente vistas numa seção empilhada como refletores de forte amplitude associados aos topos e bases das soleiras. Possui um depocentro na faixa de 3300 metros e uma área de aproximadamente 950 mil quilômetros quadrados. Esta bacia sofreu um evento tectônico durante o Mesozóico, a Tectônica do Juruá, gerando dobras, falhas reversas e anticlinais, sendo estas as trapas do sistema petrolífero da bacia. As soleiras de diabásio funcionam como uma espécie de barreira à energia sísmica, dificultando bastante a visualização dos refletores abaixo. Além disso, estes derrames magmáticos criam reflexões múltiplas internas e de superfície, além de reverberações diversas, dificultando mais ainda o processamento de dados. Os dados analisados foram adquiridos utilizando o arranjo de aquisição split-spread assimétrico e simétrico, com distância entre tiros de 50m e distância entre receptores de 25m. Seguiu-se o fluxo de processamento convencional utilizando a plataforma de

processamento Seispace/ProMax 2D, o pacote gratuito Seismic Unix e para implementação das rotinas em Fortran para deconvolução disponíveis no CPGG/UFBA.

Metodologia Utilizada

A seguir ilustramos o procedimento para obtenção de filtros WL multicanal utilizando 3 canais e número de coeficientes do filtro por canal igual a 3. Sejam w , o dado desejado, x , y e z , os três traços de entrada, então o dado calculado \tilde{w} , pode ser representado pela expressão,

$$\tilde{w} = \tilde{h}(t) * x(t) + \tilde{f}(t) * y(t) + \tilde{g}(t) * z(t), \quad (1)$$

onde $\tilde{h}(t)$, $\tilde{f}(t)$, $\tilde{g}(t)$ são operadores que atuam respectivamente sobre os traços x , y e z . Exemplificando para operadores com três coeficientes em cada sinal, a expressão anterior pode ser reescrita,

$$\tilde{w}_t = \sum_{k=1}^3 x_{t-k+1} \tilde{h}_k + \sum_{k=1}^3 y_{t-k+1} \tilde{f}_k + \sum_{k=1}^3 z_{t-k+1} \tilde{g}_k \quad (2)$$

utilizando notação matricial podemos escrever,

$$\mathbf{W} = [\mathbf{X} \quad \mathbf{Y} \quad \mathbf{Z}] \quad (3)$$

\mathbf{W} é uma matriz toeplitz construída pelas matrizes, também toeplitz, \mathbf{X} , \mathbf{Y} e \mathbf{Z} geradas respectivamente pelos traços x_t , y_t e z_t e \mathbf{a} é um vetor formado pelos vetores \mathbf{h} , \mathbf{f} e \mathbf{g} . Podemos então definir \mathbf{a}^T pela equação

$$\mathbf{a}^T = [\mathbf{h}^T \quad \mathbf{f}^T \quad \mathbf{g}^T] \quad (4)$$

onde os vetores \mathbf{h} , \mathbf{f} e \mathbf{g} são formados respectivamente pelos operadores \tilde{h}_t , \tilde{f}_t e \tilde{g}_t . Para um vetor \mathbf{a} arbitrário podemos escrever o vetor erro de predição na forma:

$$\mathbf{e} = \mathbf{x} - \mathbf{W}\mathbf{a} \quad (5)$$

minimizando a forma quadrática

$$Q(\mathbf{a}) = \mathbf{e}^T \mathbf{e} \quad (6)$$

Obtendo-se as Equações Normais, cuja solução fornece o filtro preditivo multicanal de WL (Lima, 1999; Santos Jr., 2002; Bezerra, 2001).

Neste trabalho, o processamento dos dados iniciam-se com a importação dos arquivos de campo SEG-Y no Seispace para montagem da geometria. A etapa

seguinte consiste na edição e mute de traços ruidosos, estações mortas ou defeituosas comuns em dados terrestres. Segue-se o processamento com a picagem de primeiras quebras para posterior aplicação de correções estáticas para corrigir os efeitos do relevo e do manto de intemperismo. A etapa seguinte consiste na filtragem do ground-roll, utilizando as ferramentas disponíveis no Seispace/Promax 2D, para então exportar os arquivos SEG-Y e dar prosseguimento no processamento no SU. Os dados são então organizados na família CDP e corrigidos de MMO (Multiple velocity moveout) e inicia-se a aplicação da deconvolução preditiva multicanal. Os resultados obtidos são importados novamente no Seispace em formato SEG-Y, onde são aplicados ganhos de amplitude e correção de divergência esférica e correção NMO para então finalizar o trabalho com o empilhamento. O fluxograma utilizado está ilustrado na Figura 1.

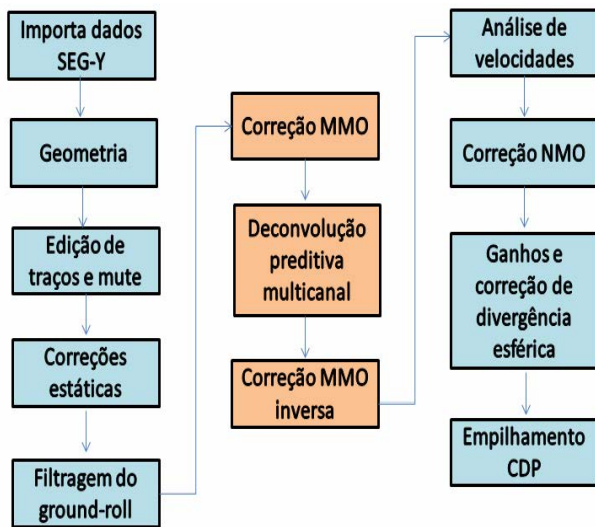


Figura 1: Fluxograma de processamento utilizado neste trabalho.

Resultados

As etapas do processamento ilustrado na Figura 1 tiveram como objetivo o aumento da razão sinal/ruído e filtragem do ground-roll. A deconvolução do pulso e o balanceamento espectral incluídos na etapa de filtragem promoveram o aumento do conteúdo de frequência dos dados e uma melhor definição das reflexões presentes nos dados. Foi escolhido um CDP para realização de testes da deconvolução preditiva multicanal. No CDP 2867 ilustrado na Figura 2a, observa-se uma reflexão forte no tempo 0.6s e a múltipla associada encontra-se no tempo 1.2s. Aplicou-se a correção MMO com a velocidade de 2200 m/s para horizontalizar da reflexão primária e da múltipla (Vide Figura 2b). A deconvolução preditiva foi então aplicada, com 5 canais, da qual obtendo-se o resultado ilustrado na Figura 2c. É notório que o método atenuou bastante a múltipla. Para aplicação da deconvolução em todos os CDPs, foi necessário mapear em toda seção os períodos das múltiplas. Observou-se também que as reflexões múltiplas não tiveram exatamente o dobro do período em todos os CDPs, como ocorre em dados marinhos que não

apresentam os problemas relacionados com superfície irregular (diferentes elevações entre os pontos de tiro e receptores), manto de intemperismo.

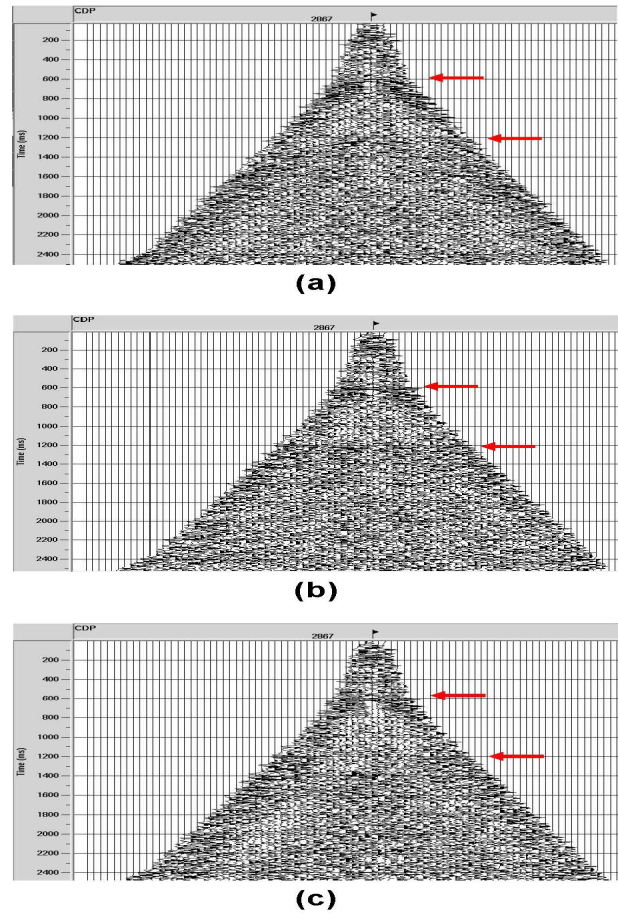


Figura 2: Display do Seispace ilustrando CDP sem deconvolução e sem MMO (a), CDP corrigido de MMO sem deconvolução (b) e CDP corrigido de MMO deconvolvido (c). As setas indicam as primárias e múltiplas respectivamente.

Apesar destes fatores e também da baixa razão sinal/ruído, observou-se bons resultados desta técnica nos dados analisados neste estudo. Assim, para avaliação do método, aplicou-se correção MMO em todos os CDPs e em seguida foi gerada a seção empilhada onde somente as reflexões primárias e as múltiplas estariam presentes, conforme ilustra a Figura 3a. Após aplicação da deconvolução, repetiu-se o mesmo procedimento nos dados filtrados gerando outra seção empilhada, mostrada na Figura 3b. Nota-se claramente que o método empregado gerou bons resultados, atenuando bastante a reflexão múltipla, conforme indicado pelas setas em ambas as figuras. Embora a atenuação tenha sido satisfatória no final da seção empilhada, onde as reflexões múltiplas tiveram maior amplitude, e no início, com amplitude mais fraca, a atenuação foi menos eficaz na região central, devido a não periodicidade destes eventos. Além disso, houve atenuação de reverberações associadas às múltiplas internas, as quais dão a impressão de

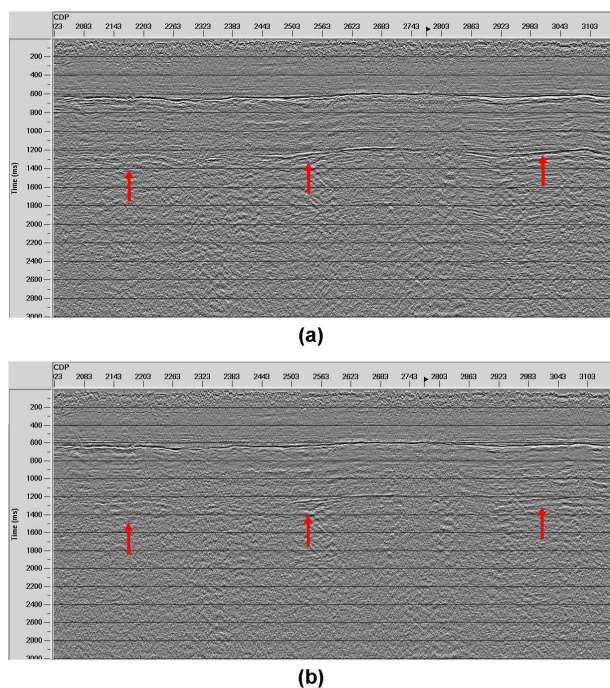


Figura 3: Display do Seisspace ilustrando seção empilhada com velocidade MMO bruta (a) e deconvolvida (b). As setas indicam a reflexão múltipla atenuada em (a) e atenuada em (b). Resultados preliminares.

acumulação na seção. Na Figura 4a são ilustrados os semblances do CDP 2867 antes e depois da deconvolução preditiva multicanal. No semblance original (Figura 4a) vê-se a coerência relacionada com a reflexão primária no tempo 0.6s com 2200 m/s e outra coerência próxima a 1.2s na mesma velocidade. Há também vários ruídos, os quais não são objeto deste estudo. No semblance após a deconvolução, observa-se que a energia referente a reflexão múltipla foi bastante reduzida, além da energia da reflexão primária ter sido realçada. Os resultados obtidos neste trabalho ainda são preliminares. Pretende-se aplicar a deconvolução preditiva multicanal em famílias de offset comum e espera-se obter melhores atenuações.

Conclusões

Os métodos de atenuação de múltiplas baseando-se na periodicidade destes eventos, como a deconvolução preditiva multicanal, podem apresentar resultados satisfatórios também em dados terrestres, no caso da bacia do Solimões, cujos eventos múltiplos são associados a derrames magmáticos. Os problemas com elevação e espessura do manto de intemperismo juntamente com baixa razão sinal/ruído comuns em dados terrestres podem ser contornados de forma a garantir a eficácia do método de deconvolução preditiva multicanal. Assim sendo se propõe a aplicação de outros métodos de filtragem para atenuação do ground-roll diferentes dos convencionais, como por exemplo, o método SVD (Singular Value Decomposition) e o método FDR (filtragem direcional radial) em trabalhos posteriores para então seguir como entrada da deconvolução preditiva multicanal. A escolha do número de canais interfere

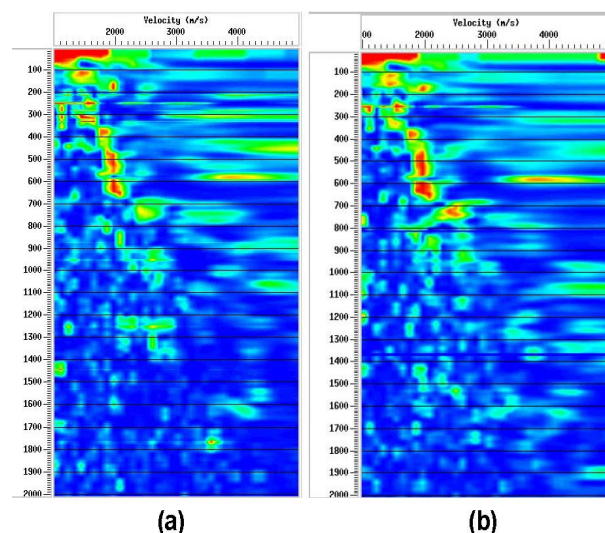


Figura 4: Display do Seisspace ilustrando Semblance para o CDP 2867 utilizado antes (a) e depois da deconvolução (b). Note que a deconvolução preditiva multicanal além de atenuar a reflexão múltipla (1.2s a 1.3s), realçou a reflexão primária.

bastante no resultado obtido. No início deste trabalho foram analisados resultados de deconvolução com 5 canais e 10 canais, sendo que com 10 canais o filtro estimado atuava de forma bastante rigorosa eliminando também as reflexões primárias, e com 5 canais o filtro estimado atenuou melhor os eventos múltiplos melhorando a resolução temporal das primárias. Observou-se também que os dados de entrada da deconvolução devem estar livres de traços com amplitude nula, já que são utilizados na estimativa do filtro multicanal. Vale ressaltar que os resultados obtidos ainda são preliminares sendo que serão realizados outros testes com esta metodologia bem como outras técnicas de deconvolução preditiva. Pretende-se seguir com o fluxograma de processamento, realizando nova análise de velocidades, empilhamento e migração para obtenção de melhores resultados. Propõe-se também a utilização de outros métodos de atenuação de múltiplas, como por exemplo, a Filtragem F-K que se baseia na aplicação de NMO de forma que as primárias e múltiplas apresentaram diferentes mergulhos no domínio CDP para depois eliminar os eventos com mergulho das múltiplas.

Agradecimentos

Ao CPGG/UFBA pelos recursos computacionais disponibilizados.

Referências

Porsani M. J., Barros, A. Z. N. e Fernandes, R. A. R. 1997. Deconvolução de múltiplas com filtros Wiener Levinson multicanais. Anais do 5º Congresso Brasileiro de Geofísica.

da Silva, M. G. (2004) Processamento de dados sísmicos da bacia do Tacutu, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia.

Silmara L. R. Oliveira, Rosângela C. Maciel, Michelângelo G. da Silva e Porsani, M. J. (2014) Attenuation of short-period multiples in seismic data processing of the jequitinhonha Basin Brazil, Revista Brasileira de Geofísica, 32(3):395-403.

Eiras, J. F. (1989) Tectônica, sedimentação e sistemas petrolíferos da bacia do solimões, estado do Amazonas, TAHA, M. Searching for oil and gas in the land of giants: the search magazine. Edição especial sobre Brasil. Argentina: Schlumberger.

Yilmaz, O. (2001) Seismic data analysis: processing, inversion, and interpretation of seismic data, Investigations in Geophysics, Society of Exploration Geophysicists, 2º edic., ISBN, 978-1-56080-094-1.