

Deconvolução Preditiva Multicanal de Reflexões Múltiplas do Talude Continental

Luíze Oliveira, Felipe Vidal, Luiz Alberto de Souza Lima e Milton J. Porsani, (CPGG - UFBA)

Copyright 2008, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica Este texto foi preparado para a apresentação no III Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, 26 a 28 de novembro de 2008. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do III 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 atenuação de reflexões múltiplas, normalmente presentes nos sismogramas marinhos, representa um dos mais difíceis e importantes problemas enfrentados no Processamento Sísmico. A dificuldade é ainda maior quando os dados são adquiridos na região da quebra da plataforma continental, onde o assoalho oceânico possui forte inclinação. Neste trabalho ilustramos a aplicação do método da deconvolução preditiva multicanal sobre dados sísmicos da Bacia de Camamu, oriundos da região do talude continental. O método de filtragem preditiva multicanal foi aplicado sobre seções de afastamento comum corrigidas de NMO. Neste domínio de representação dos dados, as múltiplas do fundo do mar se apresentam com caráter aproximadamente periódico, permitindo assim que o método de deconvolução preditiva multicanal de Wiener-Levinson atue de forma bastante eficaz.

INTRODUÇÃO

Grande parte dos depósitos de óleo e gás encontram-se nos oceanos, onde o imageamento sísmico tem grande importância como ferramenta de exploração de hidrocarbonetos. No entanto os dados sísmicos marítimos são normalmente afetados pela forte presença de reflexões múltiplas. Estas criam sérias dificuldades aos métodos de imageamento sísmico tais como migração, já que múltiplas podem ser tratadas como reflexões primárias. A maioria das técnicas de imageamento usuais consideram os dados livres da presença das múltiplas, sendo assim consideradas como ruídos a serem eliminados (Weglein, 1999). Por esses motivos a atenuação das múltiplas presentes nos dados sísmicos tem papel fundamental no processamento sísmico.

A deconvolução é uma técnica muito aplicada no processamento de dados sísmicos. Quando aplicada para aumentar a resolução temporal dos sismogramas é conhecida como deconvolução pulso sísmico. Neste caso a deconvolução tem o propósito de comprimir o pulso, reduzindo-o a um impulso, permitindo a melhor identi-

cação das superfícies refletoras. Já a deconvolução de múltiplas, a chamada deconvolução preditiva, visa prever e atenuar eventos periódicos contidos num sismograma, tais como múltiplas do fundo do mar. A deconvolução preditiva para atenuação de reflexões múltiplas utiliza o método de filtragem conhecido como Deconvolução Preditiva de Wiener-Levinson (Robinson e Treitel, 1980). O método de Wiener-Levinson possui basicamente três etapas: (i) obtenção dos coeficientes da função de autocorrelação, (ii) obtenção do filtro preditivo, e (iii) convolução do filtro com o traço sísmico, predizendo e removendo as múltiplas.

Outra classe de algoritmos preditivos, denominados de algoritmos tipo Wiener-Levinson, permitem obter os traços deconvolvidos diretamente. Algoritmos tipo Wiener-Levinson multicanal visando a atenuação de reflexões múltiplas foram aplicados com sucesso por Lima (1999), Bezerra (2001), Maciel, (2007), Santos, 2002). A implementação computacional do algoritmo de deconvolução direta é mais simples, como também ele é mais robusto e eficaz, comparado com o algoritmo clássico multicanal de Wiener-Levinson (Porsani e Ursin, 2007). A seguir apresentamos um resumo do método de filtragem multicanal, bem como da metodologia utilizada na filtragem das múltiplas associadas à região da quebra da plataforma continental.

O Modelo Convolutivo

A interface água-ar é um forte refletor, com coeficiente de reflexão aproximadamente igual a -1. Nos casos em que a interface entre o fundo oceânico e a água também se constitui em um forte refletor a lâmina d'água se constituirá num meio aprisionador da energia sísmica, causando o registro indesejado de reflexões múltiplas. Um pulso sísmico gerado neste meio irá refletir sucessivamente (reverberar) entre estas interfaces, como mostrado na Figura 1. Conseqüentemente as reflexões oriundas de refletores abaixo do fundo oceânico serão mascaradas (superpostas) pela reverberação na lâmina d'água.

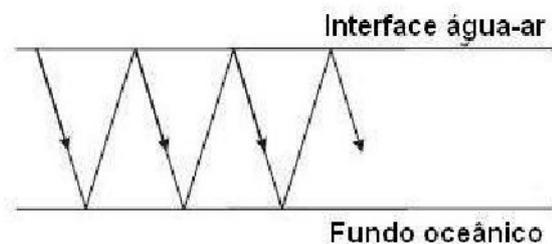


Figura 1: Reverberação da energia sísmica na lâmina d'água.

Com base no modelo convolutivo o traço sísmico com

múltiplas pode ser assim descrito:

$$x(t) = p(t) * e(t) * m(t)$$

Onde $x(t)$ é o traço sísmico, $p(t)$ é o pulso sísmico considerado invariante no tempo e $e(t)$ representa a resposta impulsiva da Terra, que inclui as primárias e as múltiplas internas (Yilmaz, 1989), e $m(t)$ é a seqüência geradora de múltiplas do fundo do mar que desejamos remover.

FILTRAGEM MULTICANAL

Um filtro multicanal age sobre vários traços sísmicos simultaneamente. Para fins de ilustração deixemos o filtro ter 3 coeficientes (em cada canal) e atuar sobre 2 canais. Utilizando representação matricial podemos escrever,

$$\begin{bmatrix} \tilde{z}_0 \\ \tilde{z}_1 \\ \tilde{z}_2 \\ \vdots \\ \tilde{z}_m \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_0 & y_0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ x_1 & y_1 & x_0 & y_0 & 0 & 0 \\ x_2 & y_2 & x_1 & y_1 & x_0 & y_0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_m & y_m & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & x_m & y_m & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & x_m & y_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \\ a_2 \\ b_2 \\ a_3 \\ b_3 \end{bmatrix} \quad (1)$$

A expressão para o erro entre valores observados, z_t e calculados \tilde{z}_t , pode ser representada como segue,

$$e_t = z_t - \tilde{z}_t = \sum_{k=1}^3 x_{t-k+1} a_k + \sum_{k=1}^3 y_{t-k+1} b_k.$$

Minimizando a forma quadrática $Q(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = \sum e_t^2$ com relação aos parâmetros $\{a_j, b_j\}$ obtém-se o sistema de equações normais, com matriz dos coeficientes com estrutura bloco-Toeplitz (Lima, 1999) cuja solução pode ser obtida com a recursão de Levinson multicanal. Deixando $z_t = x_{t+L}$, teremos o filtro multicanal com predição L.

METODOLOGIA

O método da deconvolução preditiva (DP) com base no filtro de Wiener-Levinson é um método estatístico que se baseia no caráter periódico das múltiplas. No entanto tal periodicidade não é preservada nos afastamentos não nulos como observado nos traços de uma família CMP (Figura 2) ou de uma família de traços de tiro comum, o que torna o método de DP pouco eficaz.

Para minorar esta falta de periodicidade foi aplicado ao dado uma correção de MMO (*Multiple Moveout*) sobre os painéis de CMP (Figura 3). Tal correção nada mais é que uma correção de NMO (*Normal moveout*) utilizando a velocidade da múltipla que se deseja suprimir. Com a aplicação do MMO em dados registrados sobre um fundo do mar horizontal tanto a reflexão primária quanto as múltiplas do fundo do mar tornam-se horizontais e periódicas com distância de predição igual ao tempo zero-offset da primária. Porém esses eventos não formam uma série

estacionária no espaço e nem no tempo devido ao estimamento produzido pelo MMO. A organização dos traços para o domínio do afastamento comum tenta resolver o problema da não estacionaridade das múltiplas no espaço.

Para a execução dos processos que antecedem a correção de MMO (que se fazem necessários para um bom tratamento dos dados) como geometria, edição, ganhos e filtragens, utilizamos o software de processamento sísmico FOCUS. Para a aplicação da deconvolução e a organização dos traços no domínio do afastamento comum foram utilizados o Seismic Unix e rotinas Fortran desenvolvidas no CPGG - UFBA.

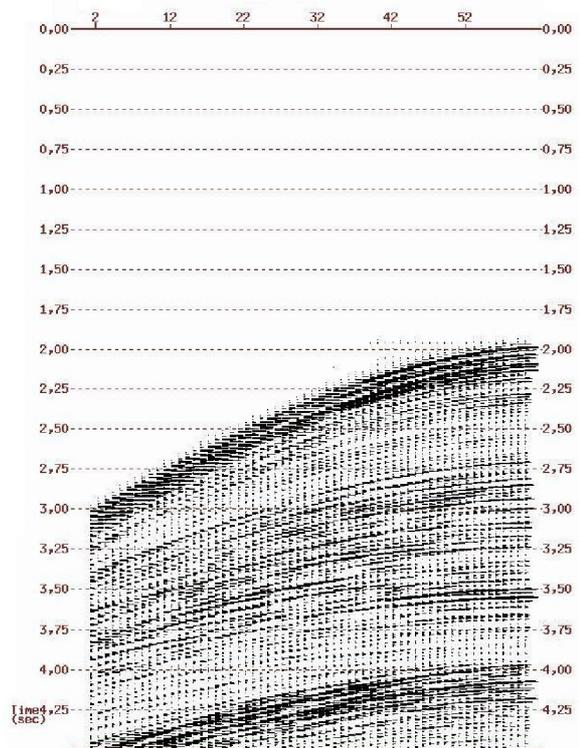


Figura 2: Família CMP da linha 247-RL-5519 evidenciando a falta de periodicidade das reflexões múltiplas para os afastamentos não nulos.

RESULTADOS

Após a realização da correção de MMO e da organização dos traços no domínio do afastamento comum foram realizados sucessivos testes com objetivo de se determinar os coeficientes do filtro (N), a distância de predição (L) e o número de canais (n_c). Os melhores resultados foram obtidos para $N = 0,10P$; $L = 0,95P$ (P =período da múltipla) e $n_c = 5$. A Figura 4 ilustra a seção de

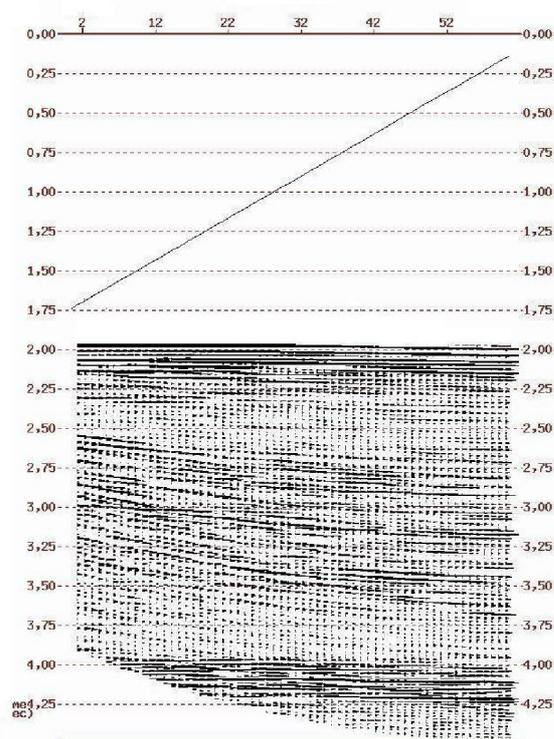


Figura 3: Família CMP da linha 247-RL-5519 após a correção de MMO.

afastamento mínimo, extraída dos dados corrigidos de MMO, evidenciando a presença de reflexões múltiplas e a Figura 5 mostra a mesma seção após a aplicação do método de deconvolução preditiva multicanal.

CONCLUSÕES

A aplicação da Deconvolução Preditiva Multicanal a seções de afastamento comum forneceu bons resultados na atenuação das reflexões múltiplas da lâmina d'água na região do talude continental. A correção de NMO prévia, para preconditionar a periodicidade das múltiplas desempenha um papel fundamental no método de deconvolução preditiva. O método multicanal se mostrou bastante eficaz na maior parte do dado, neste sentido a análise de velocidade realizada para correção de MMO, bem como a determinação da distância de predição (L), do número de coeficientes do filtro (N) e número de canais (n_c) que melhor se ajustavam as amostras foram fundamentais no sucesso da deconvolução. Na parte mais profunda observa-se que o método não foi tão efetivo. Acredita-se que este problema seja decorrente do truncamento (ajanelamento) dos registros. Novos algoritmos que evitem ou que não sejam afetados pelo truncamento dos registros precisam ser desenvolvidos e tes-

tados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Paradigm Geophysical pela licença educacional do software FOCUS, à Landmark pelo grant e licenças educacionais do seispace e seiswork, à PETROBRAS e CNPQ/PRONEX/FAPESB pelo apoio à Rede Cooperativa NNE em Geofísica de Exploração. Os autores LO e FV agradecem ao CNPQ e ANP pelas bolsas de iniciação científica e aos geofísicos Fábio da Cunha Novaes e Michelângelo Gomes da Silva pelo treinamento com os softwares de processamento sísmico que foram de grande importância a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Bezerra, A. C. (1999) Deconvolução preditiva multicanal utilizando interpolação de traços sísmicos e transformada $\tau - p$, Dissert. de Mestrado, UFBA, Salvador, Brasil (www.pggeofisica.ufba.br/teses-f.html).

Lima, Adriano de Pinho (1999) - Deconvolução de reflexões múltiplas nos domínios t-x e t-p com filtros multicanais, dissertação de mestrado, UFBA, Salvador, BA.

Lima, Luíz Alberto de Souza (2007) Atenuação de reflexões múltiplas associadas à região da quebra da plataforma continental, Trabalho de graduação, UFBA, Salvador, BA.

Maciel, Rosangela Corrêa (2007) - Deconvolução preditiva multicanal de reflexões múltiplas no domínio CRS.

Novaes, Fábio da Cunha (2007) Processamento de dados sísmicos da bacia de campos utilizando deconvolução multicanal para a supressão de múltiplas, Trabalho de graduação, UFBA, Salvador, BA.

Oliveira, Silmara Lorena dos Reis (2007), Atenuação de reflexões múltiplas de curto período utilizando filtragem adaptativa, Trabalho de graduação, UFBA, Salvador, BA.

Porsani, M. J.; Ursin, B. (2007) Direct multichannel predictive deconvolution. *Geophysics*, 72(2), p. H11-H27.

Robinson, E. A. & Treitel, S. (1980). *Geophysical Signal Analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

Santos Junior, Aluísio (2002) - Deconvolução multicanal utilizando um algoritmo tipo Wiener-Levinson, dissertação de mestrado, UFBA, Salvador, Ba.

Torres, Tiago Corrêa (2008), Processamento e Interpretação de Dados Sísmicos da Bacia de Camamu, Trabalho de graduação, UFBA, Salvador, BA.

Weglein, A. B. (1999). Multiple attenuation: an overview of recent advances and the road ahead. *The Leading Edge*, 18:40-44.

Yilmaz, O. (1987) *Seismic Data Processing*, SEG, Tulsa.

Deconvolução de Reflexões Múltiplas no Talude Continental

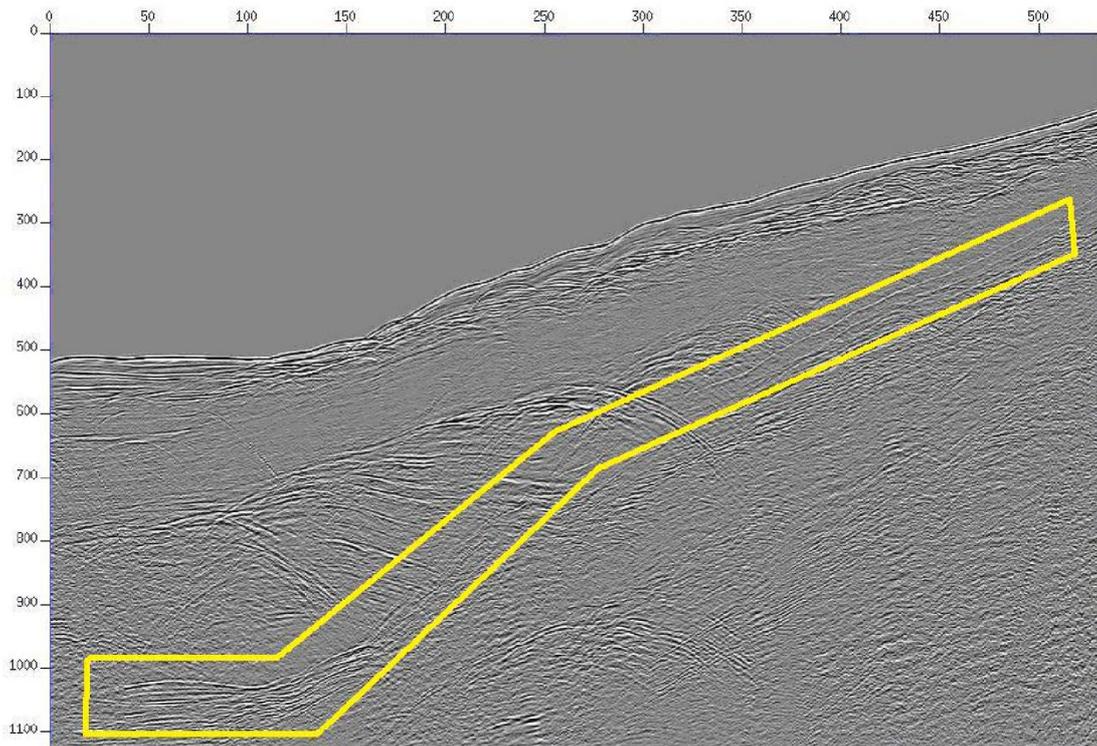


Figura 4: Seção de afastamento comum (após correção de NMO) evidenciando a presença de reflexões múltiplas.

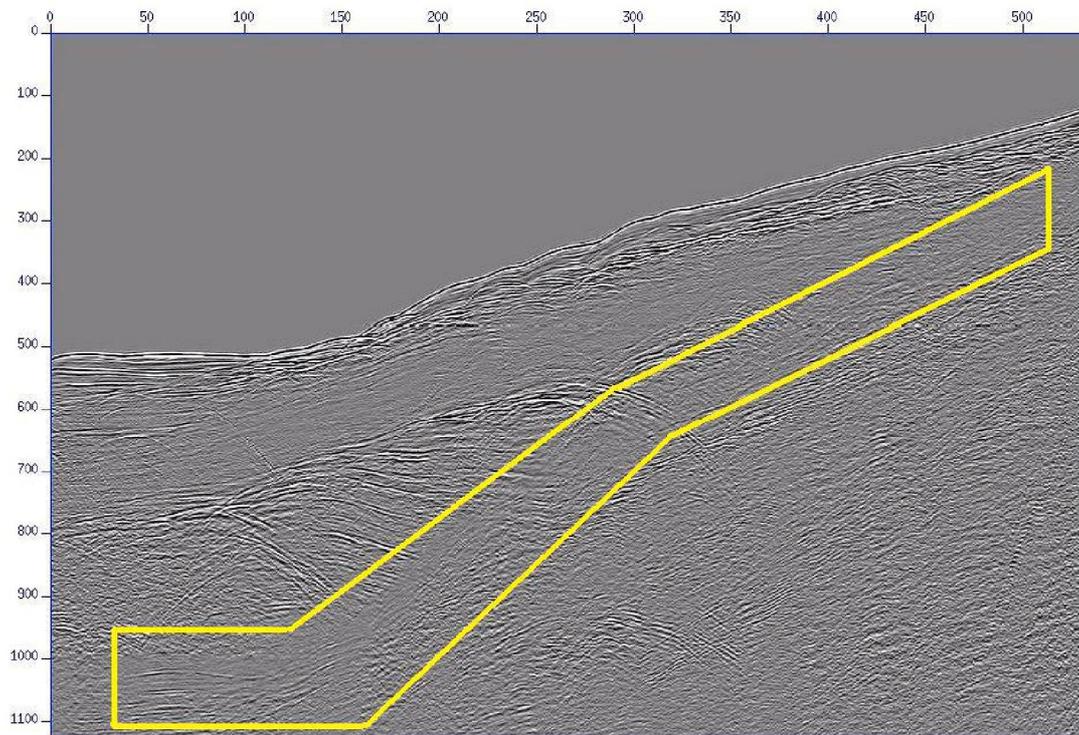


Figura 5: Resultado da Deconvolução Preditiva Multicanal da seção mostrada na Figura 4.