



## Incorporação de processos de equalização usando o conceito de traço analítico na proposição de nova metodologia para junção de volumes sísmicos.

Nei Davi Costa Figueiredo\*, José Riguete\*, Etory Feller Sperandio\*

\*PETROBRAS S/A, Brasil

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica.

This paper was prepared for presentation at the 13<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society, held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13<sup>th</sup> International Congress of The Brazilian Geophysical Society 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.

### Resumo

A junção de volumes sísmicos é um procedimento comum no tratamento de dados tanto pós-empilhados quanto pré-empilhados. Nesse tipo de tratamento, deve-se levar em consideração as diferenças em amplitude e fase dos volumes de dados envolvidos no processo, além de garantir preliminarmente que os mesmos estejam utilizando mesmo grid. Conhecidas as diferenças, pode-se definir filtros equalizadores que possam ser aplicados aos dados que pretende-se equalizar para que as referidas diferenças sejam minimizadas. Na maioria dos casos, costuma-se usar *Match Filter* nesse tipo de procedimento. Contudo, mediante discussão aqui apresentada, pode-se perceber que o *Match Filter*, apesar de resolver bem as diferenças de fase, não apresenta bons resultados em termo de equalização de amplitudes. Logo, nesse trabalho, pretende-se propor uma metodologia alternativa para resolver o problema da equalização de amplitudes na junção de volumes sísmicos pós-empilhados, usando o conceito de traço analítico.

### Introdução

A metodologia proposta para a junção de 3D's foi desenvolvida a partir da necessidade de interpretação regional integrada de 28 volumes sísmicos pós-empilhados. O desejo por aproximar as amplitudes dos volumes envolvidos, fez lançar vistas sobre ferramentas de equalização que utilizam o conceito de amplitude instantânea obtida a partir do traço analítico visando obter menor contraste entre seções. A maneira mais comum de fazer esse tipo de equalização é através do chamado *Match Filter*, que nada mais é do que um filtro de forma cujo objetivo é reduzir as diferenças entre dados sobrepostos. Os resultados obtidos a partir de tal metodologia resolve satisfatoriamente as diferenças de fase. Contudo, com relação às amplitudes, se há diferença em termos de decaimento ao longo do traço, não apenas diferença de nível de amplitude RMS, então os resultados do *Match Filter* já não são tão interessantes. Com essa motivação, a partir de dados equalizados em termos de fase, foram calculados os envelopes do traço analítico para cada traço sobre determinada região de sobreposição. A partir dos envelopes dos traços foram obtidos operadores

de equalização de amplitudes instantâneas. Por fim, um operador representativo foi obtido por empilhamento simples e aplicado sobre todo o volume sísmico a ser equalizado. Os resultados foram seções equalizadas, sem marcas aparentes entre os 3D's e boa amarração entre eventos sísmicos, facilitando o mapeamento de horizontes pelos intérpretes.

### Metodologia para junção usando *Match Filter*

Uma das principais aplicações do *Match Filter* é fazer com que dados sobrepostos tornem-se mais parecidos, aumentando assim o coeficiente de correlação entre eles. Para alcançar esse objetivo, antes da estimativa do referido filtro, é realizado um balanceamento em termos de amplitude RMS dos dados envolvidos na junção. Assim, calcula-se os níveis de amplitude RMS dos dados envolvidos e a razão desses níveis de amplitude calculados é aplicada ao dado que se deseja equalizar:

$$R = \frac{A_{RMS-1}}{A_{RMS-2}} \quad (1)$$

, onde  $A_{RMS}$  é o nível de amplitude RMS dos dados envolvidos na junção e  $R$  é a razão entre eles.

$$P_{2-NEW} = P_2 \cdot R \quad (2)$$

, onde  $P_2$  é o dado a ser equalizado e  $P_{2-NEW}$  é o resultado do nivelamento com relação ao dado referência em termos de amplitude RMS.

Assim, sobre o dado nivelado em termos de amplitude RMS, na região de sobreposição entre as partes envolvidas, é calculado um filtro através do qual pretende-se remover as diferenças de amplitude e fase das amostras do dado por meio da aplicação do *Match Filter*. É comum a posterior utilização de um filtro para remoção de ruído aleatório e ganho AGC, com janela igual ao comprimento do traço, para a obtenção de bons resultados. Entretanto, ao final do processo, é possível que as amplitudes ainda não estejam totalmente equalizadas e o procedimento descrito na equação 2 é repetido para o volume gerado após a aplicação do filtro. Se os ajustes de equalização persistirem, são testados diferentes valores para multiplicar o dado a ser equalizado até a obtenção de um resultado satisfatório.

### Metodologia para junção usando *Envelope*

A principal diferença entre as metodologias é a ferramenta utilizada para equalização dos valores de amplitude. Inicialmente é selecionada uma região no interior da sobreposição dos 3D's para o cálculo do operador de equalização (Figura ). Assim, na sobreposição, a curva de

equalização é estimada a partir das razões de envelopes computados do conjunto de traços analíticos ali dispostos, de acordo com a seguinte formulação:

$$X(t) = x(t) + i.y(t) \tag{3}$$

, onde  $x(t)$  é o traço sísmico como parte real e  $y(t)$  é a função de quadratura de  $x(t)$  como parte imaginária da função complexa  $X(t)$ .

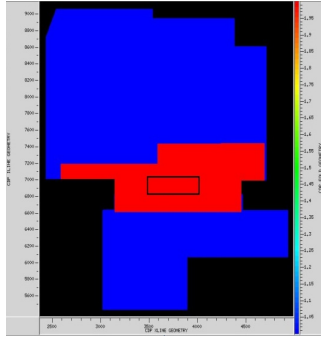


Figura 1: Dois volumes de dados sísmicos que serão submetidos à junção, sendo a região vermelha a sobreposição entre eles e o retângulo representa a região onde serão calculados os envelopes.

O envelope é dado pela norma de  $T(t)$  e a razão dos envelopes para cada traço de ambos os volumes sísmicos envolvidos na junção dá origem a uma curva, chamada  $Er(t)$ . O empilhamento de todos  $Er(t)$  é o operador final aplicado ao 3D que se deseja equalizar. Como resultado desse tipo de procedimento, o coeficiente de correlação entre os traços é nitidamente aumentado, assumindo valores maiores que o da metodologia que usa apenas *Match Filter*.

Por fim, a junção propriamente dita é feita por meio da aplicação de rampa para passagem na região de sobreposição, onde os traços sobrepostos do 3D base são ponderados com valores decrescentes partindo do valor 1 até zero. Em contrapartida, os traços do 3D equalizado são ponderados com valores crescentes partindo do valor zero a 1. Ao final, os traços são somados e marcas resultantes da junção são eliminadas (Figura 2).

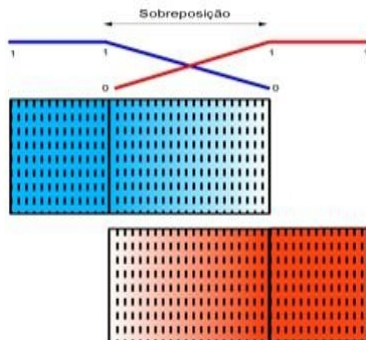


Figura 2: Rampa para atribuição de pesos com vistas à eliminação de marcas na junção.

**Resultados**

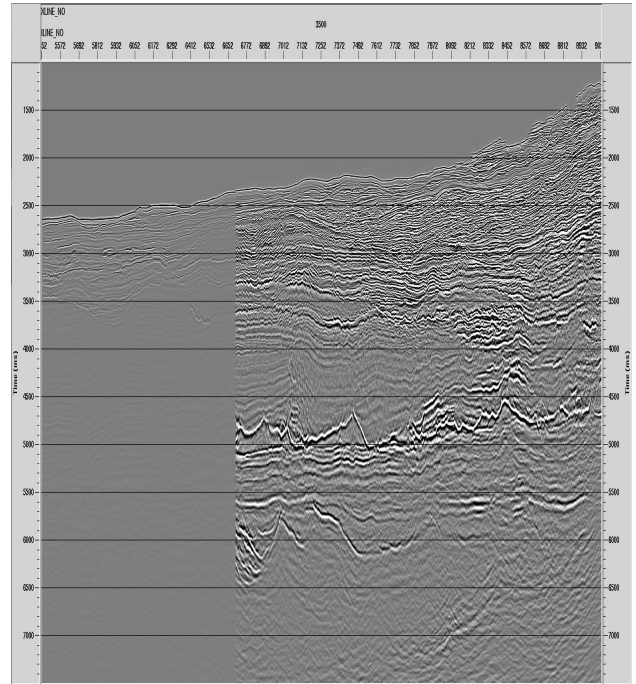


Figura 3: Seções justapostas antes da aplicação de qualquer das metodologias.

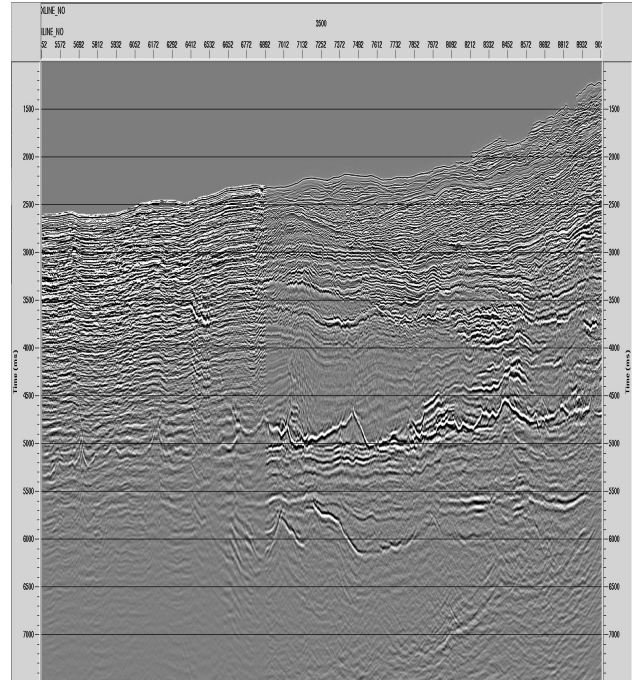


Figura 4: Junção feita usando *Match Filter*.

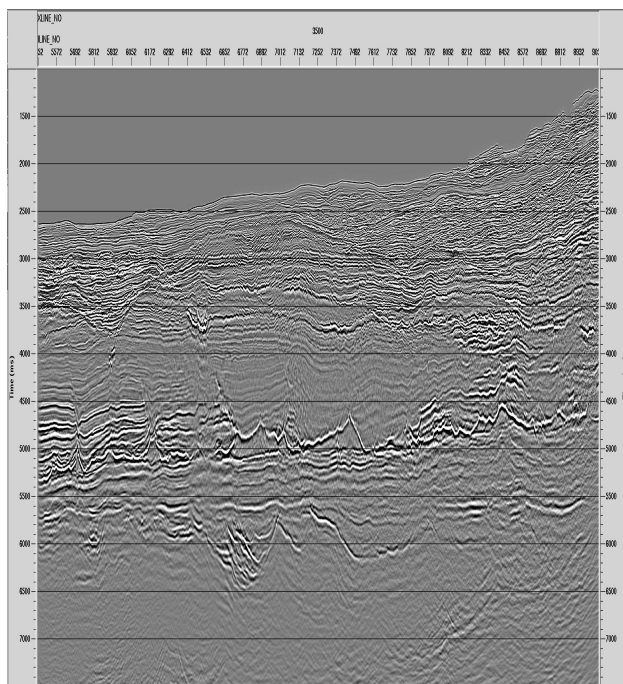


Figura 5: Junção feita usando Envelope.

### Conclusões

As diferenças entre as metodologias é relevante (comparar figuras 4 e 5). A equalização das amplitudes é efetiva na metodologia proposta (Figura 5), resultando em menores diferenças e melhor correlação entre traços. A obtenção de uma curva de equalização representativa exige a necessidade da multiplicação dos traços por escalares, acelerando e objetivando o fluxo de processamento. A aplicação de rampa de passagem resultou em continuidade nos refletores entre os diferentes 3D's (Figura ??) atendendo à solicitação do intérprete e não criando efeitos indesejáveis nos resultados finais.

### Referencias

Yilmaz, Oz. Seismic Data Analysis: processing, inversion and interpretation of seismic data. Segunda Edição. Tulsa, OK, EUA: SEG, 2001.

Claerbout, Jon F. Fundamental of Geophysical Data Processing. EUA: Blackwell Scientific Publications, 1985.

Duarte, Oswaldo de Oliveira. Dicionário Enciclopédico Inglês-Português de Geofísica e Geologia. Segunda Edição. Rio de Janeiro, Brasil: SBGf, 2003.

Barnes, Arthur E. The complex seismic trace made simple. EUA: The Leading Edge, 1998.

### Agradecimentos

Agradecemos aos geofísicos Luiz Carlos Mezomo e Gilberto Lima pela gentileza e acessibilidade na consultoria, e ao geofísico Eduardo Naomitsu pela solicitude no compartilhamento dos fluxogramas utilizados na metodologia vigente.