

# Interpretação Volumétrica de dados sísmicos 2D – Uma técnica de gridagem e construção de um pseudo 3D

Bruno Silva, Roberto Ribeiro, Bruno Carvalho e Mitchel Xavier LANDMARK/HALLIBURTON

Copyright 2009, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 11<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, August 24-28, 2009.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 11<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.

## Abstract

Visualization of 2D data in a 3D environment has a lot of advantages to the interpreter, as the application of filters for all survey, the volumetric correlation of geologic structures and the extraction of attributes on time, which are tools commonly available in volumetric interpretation softwares. This work presents a methodology to create a Pseudo 3D from a 2D survey. The technique involves input all poststack lines of a 2D project in an empty 3D processing project and create a grid on them. With the information of the grid (origin, azimuth, inlines and crosslines) is possible to change the CDP's of each line for a respective pair inlines/crossline. At this point, two methods can be used: in the first one a fake 3D is created using the grid information, the 2D lines and null traces, used to fill the space in the cube where there is no seismic information. The second one is based on creating an empty and georeferenced seismic cube, used to create the volumetric interpretation project, and import each one of the 2D lines to correlation. The advantages of each method will be discussed as well as the results obtained.

## Introdução

Com o advento dos softwares de interpretação volumétrica no início desta década (Sheffield, 2000), a visualização de dados 3D, antes feita *slice a slice* (inlines ou crosslines), pode ser realizada sobre todo cubo sísmico (Harvey et al, 2000, Spinola et al, 2001 e Abreu et al, 2001). Mas o que fazer para correlacionar os dados 2D existentes com esses cubos sísmicos?

A maioria dos softwares de interpretação volumétrica do mercado possibilita essa correlação que facilita o interprete, por exemplo, a extrapolar para seu cubo 3D os horizontes e falhas já interpretados em 2D.

E quando o levantamento sísmico (*survey*) é inteiramente 2D? Ainda assim é factível visualizar os dados em ambiente de interpretação? A resposta é sim. Neste trabalho serão apresentados dois métodos de visualização de dados 2D como um volume.

Ambos tem como ponto de partida a construção de um grid, que usa as coordenadas de CDP extraídas de cada uma das linhas 2D da *survey* (Figura 1).

O primeiro tem como base a criação de um cubo sísmico 3D com os dados sísmicos 2D, preenchendo os espaços entre as linhas com traços duros (traços onde todas as amostras têm amplitude zero). O segundo

método baseia-se na criação de um volume sintético com dimensões dadas por esse grid. Com esse volume cria-se um projeto de interpretação volumétrica que permite a entrada de dados 2D para correlação (Gao, 2008 and Tatum et al, 2008).

Serão discutidas neste trabalho as vantagens e desvantagens de cada método, bem como a metodologia de criação do grid.

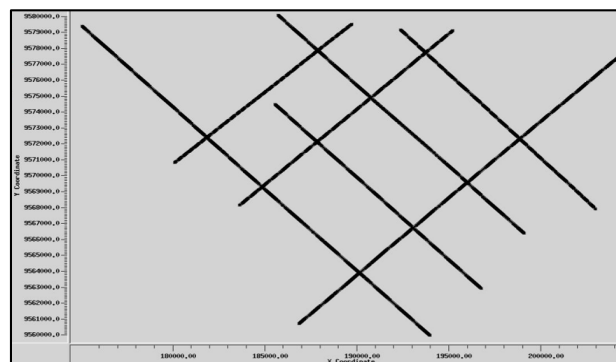


Figura 1: Snapshots do mapa da *survey* teste, localizada na Bacia do Solimões. Apenas seis linhas fizeram parte do exercício.

## Metodologia

Definida as linhas a serem visualizadas, cria-se um projeto de processamento para recebê-las, extraindo as informações de coordenadas de seus *headers*. Essas informações se referem aos seus CDP's, mas devem ser convertidas a pares inline-crossline. A receita é criar um grid 3D sobre toda a *survey* 2D. Como pode haver intervalos de CDP diferentes entre as linhas, o grid deve ter dimensões que contemplem as maiores distâncias encontradas, uma vez que somar traços adjacentes

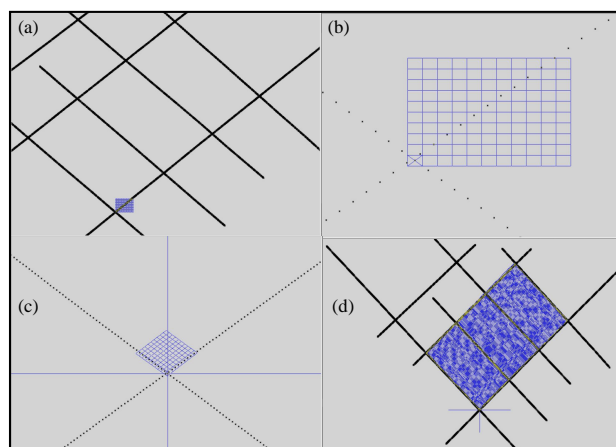


Figura 2: Snapshots do processo de construção do grid. (a) O grid com 10x10 células é movido para uma origem apropriada (b) Zoom do início do grid (c) Obtêm-se, então, o azimuth correto do grid (d) Extrapola-se para toda a *survey*, incrementando-se o número de inlines e crosslines.

contidos em uma mesma célula do grid é menos prejudicial a interpretação que inserir traços duros entre dois traços com sinal, o que ocorreria caso o grid contemplasse os menores intervalos de CDP.

No exemplo mostrado na Figura 1, sete linhas com distância mínima de 12.5m foram utilizadas. A Figura 2 mostra as etapas de construção do grid.

Após construído o grid realiza-se um processo conhecido como binagem (do inglês *binning*), última etapa de confecção de geometria de um processamento *prestack* (Yilmaz, 2000). É nesta etapa que todos os grupamentos de  $n$  *midpoints* (onde  $n$  é a cobertura CDP e *midpoint* o ponto médio entre cada par tiro-receptor da *survey*) são aproximados para o centro geométrico de cada uma das células desse grid. No entanto, como se tratam neste trabalho de dados *poststack*, faz-se necessário uma ferramenta de binagem também *poststack*, que dará a cada CDP um par de *inline* e *crossline*, sendo o processo de construção do grid exatamente o mesmo.

No primeiro método (Figuras 3 e 4), passam-se essas informações para os *headers* e carrega-se o merge de linhas como um 3D.

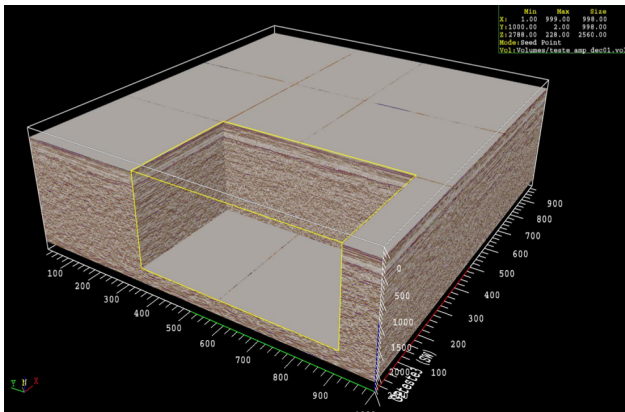


Figura 3: Pseudo 3D com seis linhas sísmicas, construído baseado no primeiro método proposto, o merge de linhas 2D gridadas.

Não há a necessidade de se preencher os espaços vazios com traços duros na fase pré-carregamento uma vez que durante o carregamento os espaços sem informação sísmica serão preenchidos com traços duros. Nas é possível ver o resultado do método.

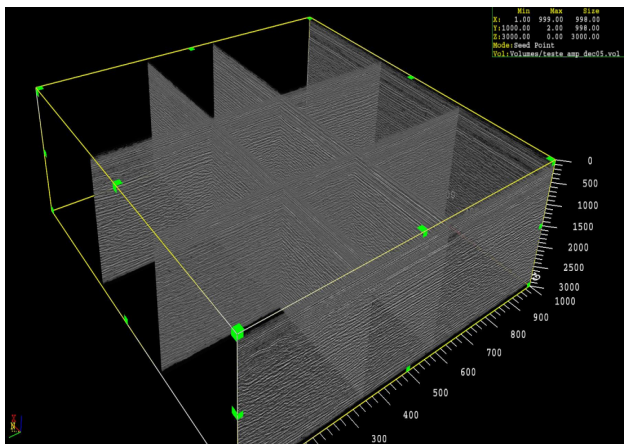


Figura 4: Pseudo 3D com transparência, onde é possível visualizar e correlacionar todas as linhas ao mesmo tempo.

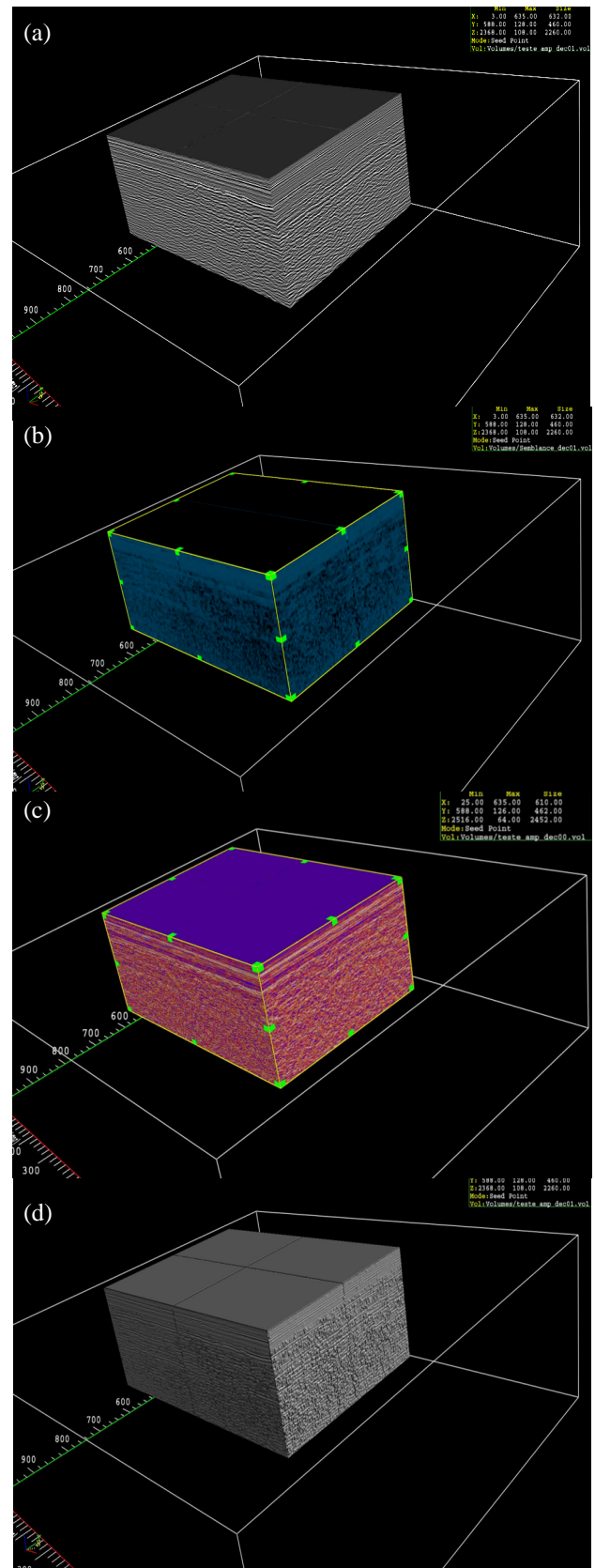
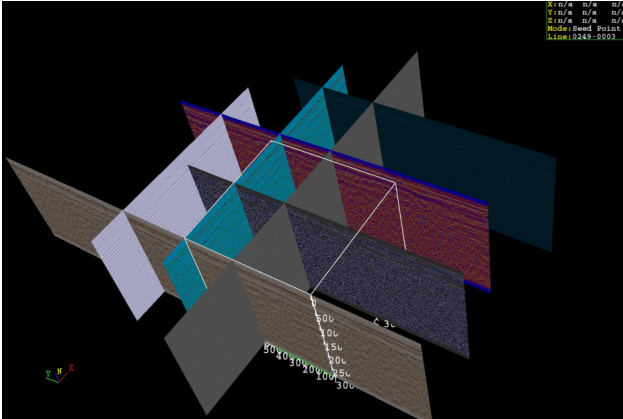


Figura 5: Pseudo 3D (a) com amplitude normal (b) com semblance extraído (c) com a fase instantânea extraída (d) a combinação de (a) e (b). Este último fornece uma textura de rocha às faces das linhas mostradas.



Na Figura 5 são apresentados 2 tipos de atributos extraídos do dado sísmico. O primeiro (5a) é o semblance (Taner, 1996) que permite uma melhor visualização de descontinuidades, principalmente das falhas sísmicas. O segundo (5b) é a fase instantânea (Brown, 2001), que enfatiza continuidade lateral dos eventos, pois ignora a informação de amplitude das amostras em tempo. A Figura 5d é uma combinação de (a) e (b), que dá ao cubo uma feição de rocha.

No segundo método, nismogramas sintéticos são criados com m canais cada um, sendo n e m respectivamente o número de inlines e crosslines obtidos na gridagem. Alguns filtros podem ser usados para zerar a amplitude do dado. Um dos mais simples é analisar os



**Figura 6:** Pseudo 3D com 7 linhas sísmicas, construído baseado no segundo método proposto, inputar um 3D vazio e importar linhas 2D para correlação.

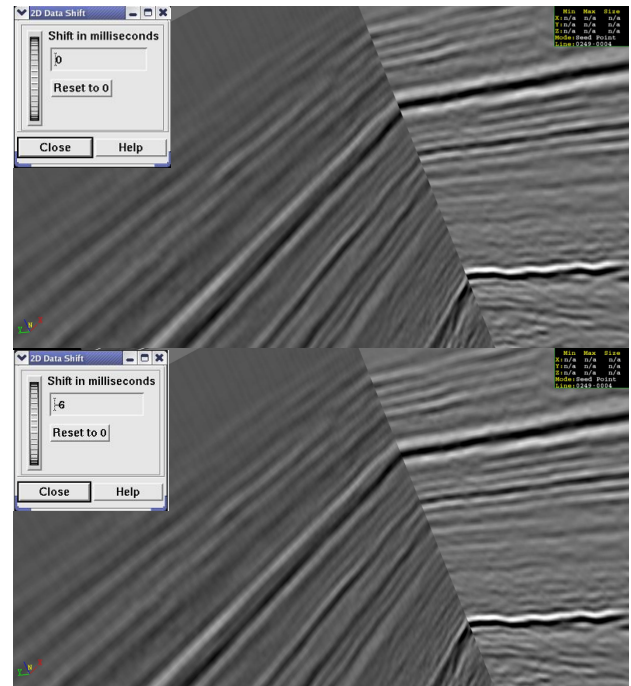
espectro desse dado e utilizar um filtro de frequência que preserve, teoricamente, frequências muito altas, que não se encontram presentes no dado. O que resta são amostras com amplitude nulas, mas o dado continua sendo um dado prestack. Renomeando canais por crossline e tiro por inline tem-se um pseudo 3D criado de dados 2D. Uma geometria poststack também é requerida para inserir nos headers do dado sísmico as informações do grid.

Com o cubo sísmico vazio e geofenciado cria-se um projeto de interpretação volumétrica que receberá as linhas 2D para correlação. A Figura 6 mostra o cubo sísmico vazio e as 7 linhas carregadas, 4 delas com atributos extraídos (semblance, fase instantânea, frequência instantânea e *sweetness*) e 3 com paletas de cores diferentes.

## Vantagens de cada método

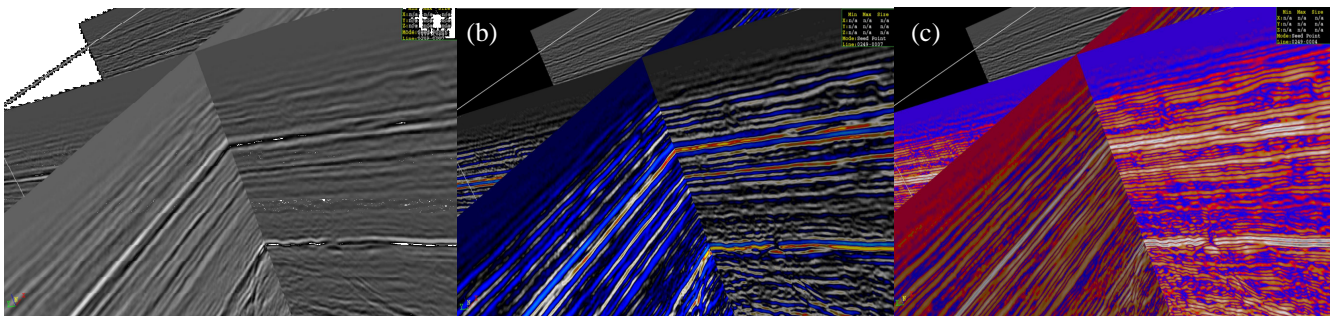
Um aspecto importante a ser analisado é a existência de misties entre as linhas (Sheriff, 1991). Com o primeiro método esses atrasos em tempo entre as seções devem ser corrigidos na fase pré-carregamento, ao passo que no segundo método, elas podem ser realizadas em tempo real (Figura 7), o que dá vantagem ao método.

Na Figura 8 observa-se o cruzamento mostrado na Figura 7 com 2 atributos diferentes (8b e 8c), o que permite uma interpretação mais fidedigna. Esta alteração de um atributo para outro também é feita em tempo real. A vantagem do primeiro método é que as linhas 2D agora são parte realmente de um 3D e sobre elas podem ser aplicados filtros e extraído atributos sísmicos para toda a *survey*.

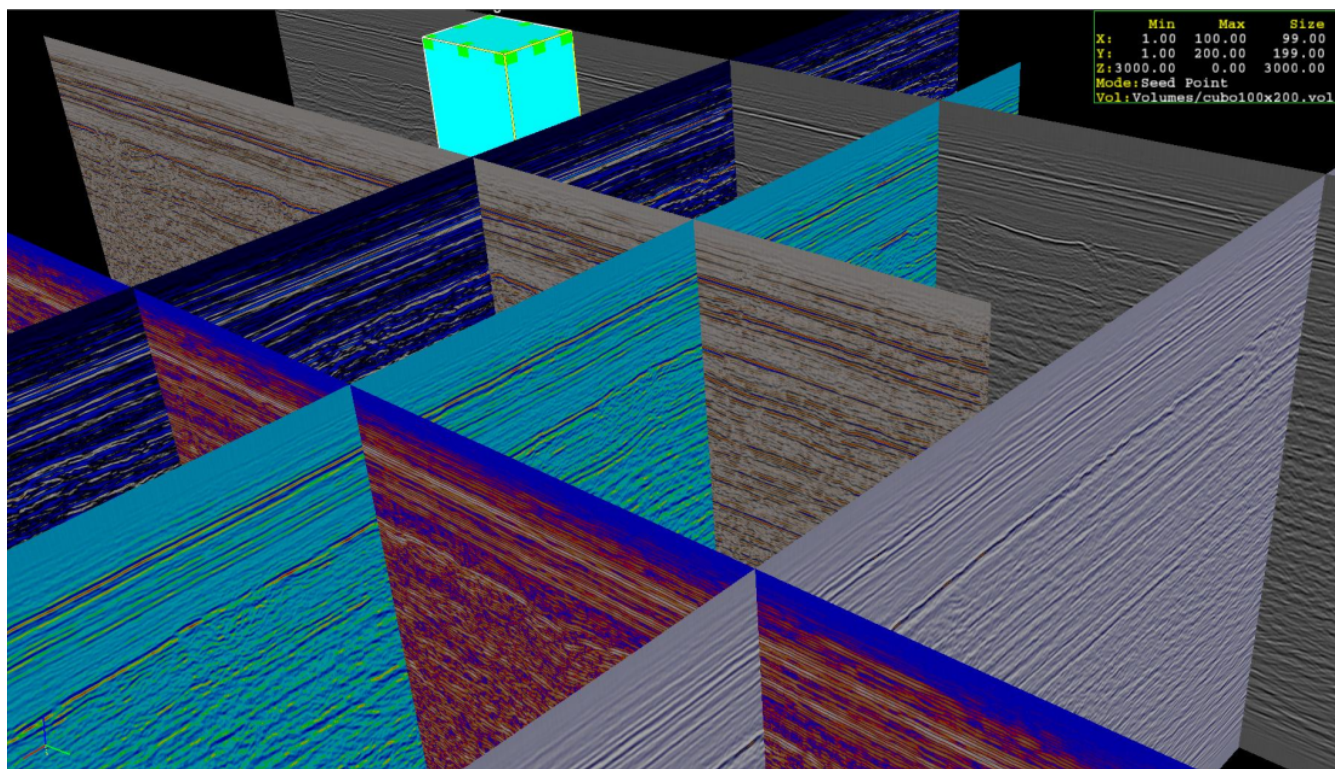


**Figura 7:** Snapshots mostrando as mesmas seções com (acima) e sem correção de misties, realizada em tempo real.

A vantagem do segundo método é que não existe obrigatoriedade em se ter um 3D vazio com as dimensões da *survey* (Figura 9), pois quando se importa essas linhas elas vazam (extrapolam) o cubo caso este



**Figura 8:** Snapshots da correlação entre duas linhas (a) com ajuda de dois atributos sísmicos: frequência instantânea (b) e fase instantânea (c).



**Figura 9:** Pseudo 3D com 7 linhas sísmicas, construído baseado no segundo método proposto, mostrando um cubo vazio bem menor que o criado na figura 6. Isso corrobora a idéia de que este método é mais leve computacionalmente pois não exige a criação de um volume que contemple todas as linhas.

seja menor que ela. Isso diminui o tamanho do projeto, deixando-o mais leve computacionalmente. A desvantagem está no fato de que alterações na survey, como a aplicação de filtros, devem ser realizadas linha a linha.

## Conclusões

O processo de gridagem proposto, útil para os dois métodos, possui fácil construção e tem como principal complicador a existência de heterogeneidade nas distâncias de CDP na *survey*.

Os dois métodos de interpretação volumétrica de dados sísmicos 2D apresentados possuem vantagens e desvantagens.

O primeiro, que insere no projeto de interpretação um merge de 2D gridados, possui a vantagem de permitir a utilização dos recursos dos softwares de interpretação volumétrica, como a extração de atributos para toda a *survey*. Embora requeira um cubo que obrigatoriamente deve ter as dimensões da *survey*, o que no caso de linhas muito espaçadas entre si exige a construção de um cubo sísmico muito volumoso.

O segundo método tem como vantagem não exigir um cubo muito grande, pois as linhas importadas podem extrapolá-lo e ainda assim a correlação é factível.

## Referências

**Abreu, C. E., Spinola, M. R., Maciel, W., Moraes, M. S.** 2001. *Using Volumetric Visualization to improve*

*Reservoir Characterization*. 7o. International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Salvador, Brazil, V.II.

**Brown, A. R.** 2001. *Understanding Seismic Attributes*. Geophysics, VOL. 66 NO 1, January-February 2001: P.47-48.

**Gao, D.**, 2008. *Seismic volume visualization and interpretation: An integrated workflow with case studies*, Geophysics 74.

**Harvey, E. L., Sheffield, T. M., Meyer, D., Lees, J., Payne B., Zeitlin, M.** 2000. *J. Techniques for volume interpretation of seismic attributes*. Magic Earth, LLC. Houston, Texas.

**Sheffield, T., Meyer D., Kahle G., Lees J., Payne B., Harvey E., and Zeitlin, M.**, 2000. *Geovolume visualization interpretation: Basic components* Submitted to: The Leading Edge, May 2000 visualization issue.

**Sheriff, R.E.**, 1991, *Encyclopedic Dictionary of Exploration Geophysics*, 3<sup>o</sup> edition, Society of Exploration Geophysics.

**Spinola, M. R., Abreu, C. E.** 2001. *Volume Interpretation*, 7o International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Salvador, Brazil, V.II.



- Taner, M. T.** 1996. *Semblance and other similarity measurements*. Rock Solid Images. Houston, Texas. p1-p6.
- Tatum, M. and Barton A.**, 2008, *Geovolume visualization and interpretation: What makes a useful visualization seismic attribute?*, SEG Expanded Abstracts 27, 849.
- Yilmaz, Ö.**, 200, *Seismic Data Analysis*, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa.