



Metodologia para a Escolha do Algoritmo de Interpolação de Superfícies na Aplicação de Geoestatística Utilizadas no Modelo de Velocidade

Elaine Maria Lopes Loureiro, ANP
Anderson Batista Gomes, Schlumberger
Júlio Kosaka Oliveira, Schlumberger
Copyright 2010, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IV Simpósio Brasileiro de Geofísica, Brasília, 14 a 17 de novembro de 2010. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do IV 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

Este estudo objetivou estabelecer uma metodologia eficiente para escolha do melhor algoritmo de interpolação para superfícies que será aplicada em modelos de velocidades num software de conversão. Nem sempre o software disponível na empresa possui todos os algoritmos mais utilizados no mercado, visto que muitos deles são patenteados.

Como se sabe, o algoritmo mais utilizado num caso de modelo de velocidade é o Kriging with External Drift (KED)². Contudo neste caso foram testados Ordinary Kriging with Drift (OKWD), Inverse Distance (ID), Single Kriging (SK) e Ordinary Kriging (OK) disponíveis no LPM do GeoFrame (Schlumberger).

Empregando ferramentas estatísticas simples como resíduos e desvio padrão, foi possível mensurar qual o método mais eficiente e assim foi constatado que o Ordinary Kriging with Drift (OKWD) é o mais acurado dentre os estudados.

Introdução

A conversão tempo/profundidade é uma etapa importante da interpretação sísmica e hoje em dia é comum alguns geofísicos interpretarem diretamente no domínio da profundidade, sendo o cubo PSDM o atributo mais comumente usado.

Como o PSDM é um produto relativamente caro e demora um tempo significativo para ser enviado pela empresa de processamento, é habitual que intérprete gere sua própria conversão.

O modelo de velocidade empregado foi o de camada de bolo ("layer cake") feito pelo InDepth do GeoFrame (Schlumberger). A construção deste modelo necessita possuir os seguintes dados em um projeto:

- Superfícies interpretadas em tempo;
- Velocidades de cubos 3D ou linhas 2D;
- E dados das profundidades (cotas) de topo e base das superfícies interpretadas (marcadores).

É imprescindível que esta metodologia seja aplicada numa área já conhecida. Neste a área testada é um reservatório já conhecido, do Golfo do México.

A conversão tempo e profundidade trata-se de um processo que tem três etapas a serem seguidas: *Controle de Qualidade dos dados de entrada; gerar o modelo de velocidade e a conversão tempo para profundidade propriamente dita.*

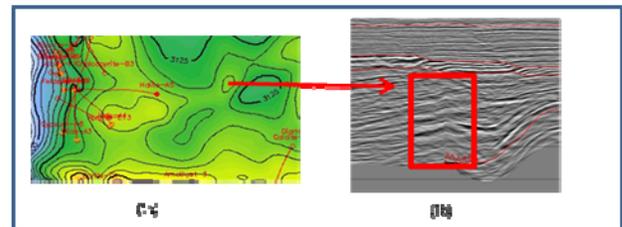


Figura 1 – A superfície convertida para profundidade (1a) usada no modelo possui ruído; a figura abaixo (2b) mostra o que este ruído causa na imagem da sísmica convertida.

Um desafio digno de consideração na conversão é a presença de ruído, que pode gerar problemas na imagem do cubo em profundidade. Este ruído é gerado na fase de construção do modelo, onde as superfícies usadas em tempo são convertidas para profundidade (figura 1).

Uma rápida solução para o problema seria a aplicação de uma suavização na superfície gerada para o modelo, porém a aplicação da geoestatística neste tipo de superfície torna-se mais interessante, visto que o variograma vai redistribuir as profundidades seguindo a tendência de dados obtidos no poço, ou seja, os dados mais acurados da área.

Metodologia

Visando testar os métodos, foi estabelecido o seguinte fluxo de trabalho:

- Descartaram-se alguns poços na etapa da construção do modelo – neste estudo foram descartados 3 dos 36 poços;
- Construiu-se o Modelo de Velocidade;
- Aplicaram-se todos os algoritmos de disponíveis no software e geoestatística - estabelecendo num variograma parâmetros como *nuggets*,

range e *sill* - nas superfícies convertidas em Profundidade para o modelo de velocidade;

- d) Criaram-se novos modelos de velocidade e foram injetadas estas superfícies geradas;
- e) Converteram-se superfícies interpretadas em tempo para profundidade;
- f) Calcularam-se os resíduos entre as superfícies geradas e os marcadores dos poços;
- g) E os resíduos foram somados e feito uma média quadrática, calculando-se assim o desvio padrão.

Os resíduos foram calculados seguindo a seguinte fórmula ¹:

$$R = Y_M - Y_{SC} \quad (1)$$

Sendo:

R o resíduo (em metros)

Y_M é a profundidade dos marcadores (metros)

Y_{SC} é a profundidade da superfície calculada (metros), 0

Com a fórmula 1 é possível calcular:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum R^2}{N-1}} \quad (2)$$

Sendo:

σ é o desvio padrão

N é o número de medições

E assim, o algoritmo que gerar o menor desvio padrão, será o melhor a ser empregado na conversão.

Este estudo utilizou quatro diferentes algoritmos disponíveis na ferramenta LPM pertencente ao GeoFrame: Ordinary Kriging with Drift (OKWD), Inverse Distance (ID), Single Kriging (SK) e Ordinary Kriging (OK). O primeiro algoritmo usa a Cokrigagem e os demais não.

Os demais algoritmos do LPM geraram superfícies que não tinham sentido geológico ou estrutural e por isso foram descartados.

Resultados

Os resultados são superfícies sem ruídos, eliminando picos que muitas vezes não tem sentido estrutural. A figura 2 mostra as comparações entre as superfícies antes e depois dos algoritmos serem aplicados. Verificou-se que na parte norte da figura, há uma maior suavização.

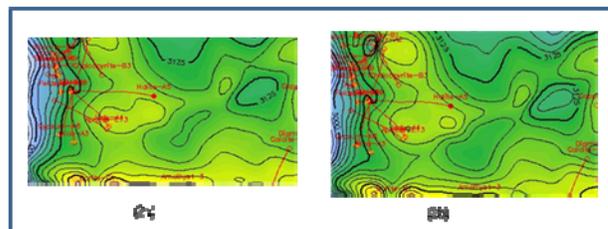


Figura 2 – A Figura 2a mostra a superfície sem suavização e a 2b com o algoritmo Ordinary Kriging with Drift aplicado.

Esta suavização “inteligente” – isto é, empregada por uma geoestatística – pode possibilitar uma melhora na imagem da sísmica, resultando em um sinal mais contínuo como mostra na Figura 3.

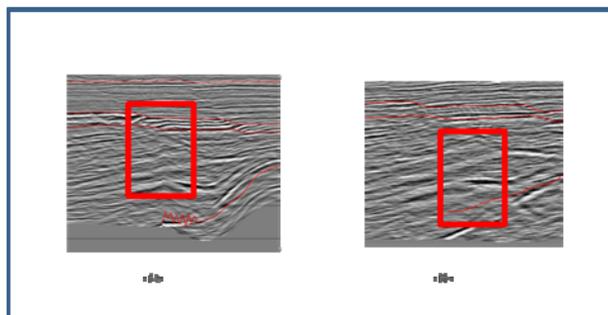


Figura 3 - A imagem da sísmica migrada convertida em profundidade gerada diretamente no software de conversão (3a) e a gerada usando superfícies em profundidade com geoestatística (3b). Pode-se constatar que a segunda imagem não possui ruído e por isso representa melhor os refletos.

Na comparação entre os métodos, foi percebido que o algoritmo *Ordinary Kriging with Drift* (OKWD) deu a melhor resposta. Ressalta-se que este algoritmo por usar a cokrigagem, foi necessária uma segunda variável para a interpolação, e para tal foi escolhida uma superfície em tempo. A tabela 1 a seguir mostra os resultados obtidos neste estudo.

| Algoritmos testados no GeoFrame | Desvio Padrão |
|----------------------------------------------------|---------------|
| Ordinary Kriging with Drift (OKWD) | 21,02 |
| Inverse Distance (ID) | 21,58 |
| Ordinary Kriging (OK) | 22,06 |
| Simple Kriging (SK) | 22,22 |
| Gerado pelo software (sem aplicação de algoritmos) | 41,28 |

Tabela 1 – Dados obtidos usando variados algoritmos de interpolação; o melhor resultado é o que possui o menor desvio padrão e neste caso foi o OKWD.

A última linha da Tabela 1 mostra o valor do desvio padrão gerada pelo software InDepth que é o maior valor. Isto significa que é necessário aplicar a geoestatística para fazer a conversão, melhorando assim a sua acurácia.

Discussão e Conclusões

Este estudo, como foi dito anteriormente, objetivou estabelecer uma metodologia que ajudasse na escolha do melhor algoritmo a ser empregado na geoestatística em uma superfície a ser usada no modelo de velocidade.

Este fluxo de trabalho é útil para ajudar o intérprete que não tem no software disponível na sua empresa o algoritmo sugerido e mais utilizado no mercado, como é o caso do Kriging with External Drift (KED)².

Agradecimentos

À Schlumberger por ter me dado a oportunidade de testar e validar este estudo.

Referências

- (1) http://www.inf.furb.br/sias/saude/Textos/desvio_padrao.htm
- (2) http://ozelacademy.com/OJAS_v1n1_9.pdf