



# MIGRAÇÃO PRÉ-EMPILHAMENTO EM TEMPO EM DADO 3D TERRESTRE

Marco A. P. de Brito e Raimundo M. L. Freire

Petrobras/E&PBA

## ABSTRACT

No compartimento nordeste da Bacia do Recôncavo é comum a ocorrência de hidrocarbonetos em zonas de sombra de falhas normais. São acumulações com grande coluna de óleo, mas de reduzida extensão. O 3D de Rio Inhambupe, com 35 km<sup>2</sup> cobre uma área com essas características. Devido à forte estruturação e à pequena área das acumulações, utilizou-se a migração pré-empilhamento para obter um imageamento preciso que permitiu a visualização dos planos de falha, diminuindo os riscos das locações.

O conhecimento apenas aproximado do campo de velocidades levou ao uso da migração pré-empilhamento em tempo, como alternativa à migração em profundidade. A migração foi feita com uma implementação da integral de Kirchhoff, onde as curvas de tempo de trânsito são calculadas analiticamente com o emprego de velocidades médias quadráticas ( $V_{rms}$ ). Para otimizar a utilização do recurso computacional, optou-se por migrar em duas passagens.

Em relação ao processamento convencional, os resultados obtidos mostram uma grande melhoria no imageamento, particularmente dos planos de falha, que foram posicionados com boa precisão, demonstrando a validade da metodologia empregada. Problemas com amplitudes na porção mais rasa indicam a necessidade de um melhor fluxo de processamento, possivelmente com a introdução de correções de azimute fonte-receptor, já que os afastamentos laterais são mais significativos para as reflexões rasas.

## A MIGRAÇÃO PRÉ-EMPILHAMENTO

O compartimento nordeste da Bacia do Recôncavo (fig. 1) apresenta acumulações de hidrocarbonetos com bom volume graças à sua grande coluna que atinge até 200 m. A área das acumulações, no entanto, é reduzida. O 3D de Rio Inhambupe com 35 km<sup>2</sup>, situado neste compartimento, tem como principais objetivos os arenitos do pré-rifte em bloco alto de falhas, a profundidades que variam entre 500 m e 1000 m. A principal feição estrutural é a falha de Pedras com direção NE-SW, rejeito em torno de 600 m e mergulho de 25° (fig. 2). O 3D tem 1430 registros, 384 canais, cobertura 16, cela 20 m X 50 m, afastamento fonte-receptor máximo 1260 m na direção "in-line" e 300 m na direção "cross-line", tendo portanto azimutes concentrados em torno de 0° e 180°. O fluxo de processamento, aqui classificado como convencional, incluiu correção estática de primeiras quebras, deconvolução com consistência superficial, NMO/DMO/Stack e migração pós-empilhamento em tempo no domínio w-x.

Devido à pequena área das possíveis acumulações, a prospecção deve ser feita próximo ou em zonas de sombra de falhamentos normais. A forte estruturação e os mergulhos presentes tornam difícil o imageamento, apesar da boa qualidade sísmica da área. O processamento convencional fornece uma imagem com boa relação sinal-ruído, porém não imageia os planos de falha e as reflexões na sua zona de sombra com a precisão necessária, o que é indispensável para reduzir o risco das locações (fig. 3).

Uma solução usualmente empregada é a migração pré-empilhamento 3D em profundidade. No entanto, como o campo de velocidades não é conhecido com segurança, a qualidade do resultado pode variar significativamente dentro do mesmo bloco 3D. A alternativa utilizada foi a migração pré-empilhamento 3D em tempo, com velocidades médias quadráticas ( $V_{rms}$ ). A conversão em profundidade passa a ser feita na etapa de interpretação.

A principal restrição à migração pré-empilhamento de dados 3D é a demanda por recursos computacionais, sejam processadores, memória temporária ou área em disco. Para reduzir tal demanda, trabalhando num ambiente compartilhado, optou-se pela metodologia de Rosa et al (1999), que sugerem que o dado seja migrado em duas passagens, primeiro na direção "in-line" e depois na direção "cross-line" – aproximadamente coincidentes, neste caso, com as direções "dip" e "strike", respectivamente. A migração em duas passagens requer que as variações laterais de velocidade sejam modestas, o que é coerente com a migração em tempo.

A migração foi implementada com a integral de Kirchhoff (Schneider, 1978) com o dado organizado em grupos de afastamento fonte-receptor comum. Os tempos de trânsito para integração foram calculados analiticamente com o auxílio de  $V_{rms}$ , determinada durante a análise de velocidades no processamento convencional.

A migração em tempo de grupos de afastamento fonte-receptor comum pode ser descrita pela fórmula:

$$M(x_0, y_0, t_0; h_0) = \iint W S'(x, y, t_s + t_r; h_0) dx dy \quad (1)$$

onde  $M$  é o dado migrado em tempo,  $W$  é um peso que corrige o espalhamento geométrico e a obliquidade da trajetória,  $S'$  é a derivada em relação ao tempo do dado registrado,  $x_0, y_0$  e  $t_0$  são as coordenadas do ápice da difração,  $h_0$  é o afastamento fonte-receptor que está sendo migrado,  $t_s$  e  $t_r$  são os tempos de trânsito fonte - difrator e difrator - receptor, respectivamente,  $dx$  e  $dy$  são os espaçamentos entre traços no dado de entrada. A soma é feita sobre aqueles traços

atingidos pela abertura do operador de migração. Na migração em duas passagens faz-se a soma em x (“in-line”) e depois em y (“cross-line”). Como a primeira passagem também corrige o afastamento fonte-receptor, a segunda passagem é equivalente a uma migração pós-empilhamento. Após as duas passagens é feito o empilhamento da migração dos diversos grupos de igual afastamento fonte-receptor.

Além da pequena variação da velocidade na direção transversal, a migração em duas passagens exige dados com azimute fonte-receptor igual a  $0^{\circ}$  ou  $180^{\circ}$ . O dado do 3D de Rio Inhambupe atende apenas aproximadamente a esta exigência, com o dispositivo de aquisição apresentando um afastamento “in-line” quatro vezes maior que o “cross-line”. Mesmo com tal limitação, a implementação desta metodologia sobre o 3D de Rio Inhambupe propiciou grande melhoria no imageamento dos planos de falha, em relação ao processamento convencional (compare as figs. 3 e 4). Deve-se notar que o plano de falha, claramente visível na migração pré-empilhamento, interrompe diversas reflexões (fig. 4), indicando que o seu posicionamento foi feito corretamente. Note-se também que as inversões exibidas próximo à falha pelas reflexões entre 0.550 s e 0.700 s na migração pós-empilhamento (fig. 3), decorrentes de problemas de imageamento em zona de sombra de falha, não aparecem na migração pré-empilhamento (fig. 4), o que evidencia a correção desta última, pois não se espera que rochas rígidas apresentem tal tipo de deformação. A porção rasa, porém, apresenta agora qualidade inferior principalmente quanto às amplitudes, provavelmente em consequência dos azimutes fonte-receptor diferentes de  $0^{\circ}$  ou  $180^{\circ}$ , que são mais significativos para os afastamentos curtos e, portanto, para as reflexões mais rasas.

## CONCLUSÕES

A grande melhoria no posicionamento de eventos de forte mergulho, como planos de falha, no 3D de Rio Inhambupe demonstrou a validade da migração pré-empilhamento em tempo em duas passagens, conforme metodologia proposta por Rosa et al (1999). As dificuldades com as reflexões rasas indicam a necessidade da inclusão na seqüência de processamento de uma correção para os azimutes fonte-receptor.

## REFERÊNCIAS

Rosa, A. L. R., Cunha, C., Pedrosa Jr., I., Panetta, J., Sinedino, S., Braga, V. L. O., 1999, *Two-pass 3-D prestack time migration: Sixth International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Expanded Abstracts*.

Schneider, W., 1978, *Integral formulation for migration: Geophysics*, 43, 49-76.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Tânia Medrado, geofísica da Petrobras-E&PBA e intérprete da área de Rio Inhambupe, que revisou o texto e forneceu os mapas e os dados geológicos, a Carlos Cunha, geofísico da Petrobras-E&P, que orientou quanto à correta utilização do programa de migração pré-empilhamento e à Petrobras que possibilitou a execução deste trabalho.

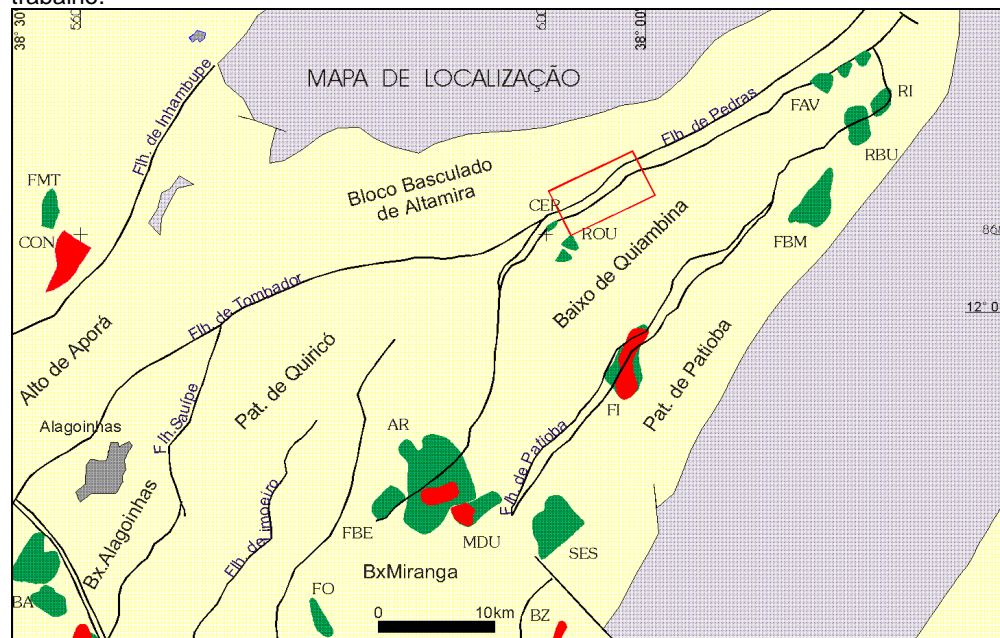


Fig. 1 – Compartimento nordeste da Bacia do Recôncavo-Ba-Brasil. A falha de Pedras é um “trend” de acumulações de pequena área mas grande coluna de hidrocarbonetos. O retângulo limita o 3D de Rio Inhambupe.

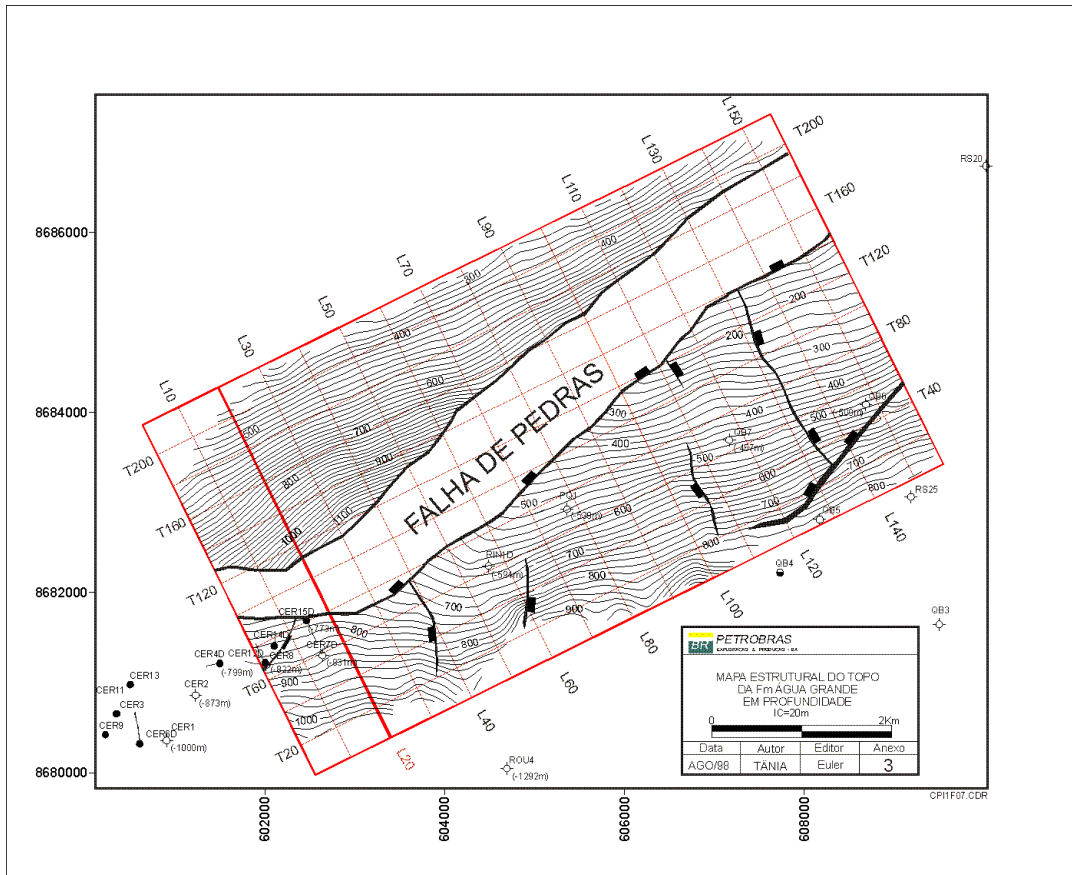


Fig. 2 – Mapa estrutural em profundidade do topo da fm. Água Grande, pré-ribe. A falha de Pedras divide o 3D de Rio Inhambupe em duas províncias, o seu grande "gap" decorre do rejeito de aproximadamente 600 m e do mergulho em torno de 25°.