



Contextualizando a importância da repetibilidade na sísmica 4D

José Cláuver de Aguiar Junior, PETROBRAS S/A, Brazil

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility 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

Petrobras is beginning its 4D seismic investments in Brazil. As this is yet a non-disseminated technology in our company, common sense leads us to study and try to reproduce the successful experiences of other oil companies worldwide.

North Sea is the oil province where are the major 4D seismic investments in the whole world, with very high incomes. As everybody knows, Statoil (Norway) has continuously contracted 4D seismic acquisitions for many oil fields. Its success is due, mainly, to the high repeatability level in successive acquisitions for a certain field, what was essential in obtaining a high quality 4D response. When learning with this experience, it's important to have in mind the geological and geophysical characteristics of that basin, as well as sea conditions during the North Sea acquisition season.

The objective of this paper is to relate the importance of repeatability in 4D seismic to the peculiarities of oil fields to be imaged, in order to point the differences between North Sea (Norway) and Campos Basin (Brazil) and to suggest a strategy adapted to the reality of this Brazilian basin.

For optimization of investments in seismic acquisition, the suggestion is to perform feasibility studies that take into account petrophysical and seismic aspects as well as operational limitations and costs related to obtaining a high repeatability level.

Introdução

A PETROBRAS está iniciando seus investimentos em sísmica 4D no Brasil. Como se trata de tecnologia ainda não plenamente disseminada na empresa, o bom senso nos leva a estudar e tentar reproduzir as experiências de sucesso de outras empresas de petróleo mundo afora.

O Mar do Norte é a província petrolífera onde se têm os maiores investimentos em sísmica 4D no mundo, com ótimo retorno financeiro. Como é de conhecimento público, a Statoil vem contratando seguidamente aquisições sísmicas voltadas para 4D em vários de seus campos. O sucesso que vem obtendo tem sido fruto, em grande parte, do alto grau de repetibilidade das sucessivas aquisições num determinado campo de óleo,

o que foi essencial para a obtenção de uma resposta 4D de qualidade. No aprendizado com esta experiência, é importante ter em mente as características geológicas e geofísicas daquela bacia, bem como as condições ambientais do mar do Norte durante a temporada de aquisição sísmica, concentrada no verão.

O objetivo deste trabalho é relacionar a importância da repetibilidade na aquisição sísmica 4D às peculiaridades dos campos a serem imageados, de forma a destacar as diferenças entre as bacias do Mar do Norte (Noruega) e Campos (Brasil) e sugerir uma estratégia de atuação para a realidade brasileira.

Repetibilidade e 4D

Quando se pensa na obtenção de uma imagem detalhada da movimentação de fluidos num reservatório de hidrocarbonetos, é óbvio que a probabilidade de se obter uma resposta sísmica adequada é tanto maior quanto menor for a influência dos fatores não diretamente ligados às variações físicas do sistema rocha/fluido. Neste sentido, contar com duas aquisições sísmicas perfeitamente iguais é algo sempre desejável. Neste caso ideal, tem-se a garantia de que o aparato de aquisição não contribui (como ruído) para a resposta 4D obtida.

Portanto, as vantagens de se ter um alto grau de repetibilidade entre diferentes aquisições sísmicas são indiscutíveis. O que deve ser discutido são os custos de obtenção desta informação em relação aos benefícios angariados. Trata-se de determinar o ponto de máximo retorno do investimento na aquisição sísmica dentro do escopo da análise de viabilidade. Ou seja, após uma conclusão positiva sobre a viabilidade de uma sísmica 4D, deve-se analisar a real necessidade do investimento em repetibilidade levando-se em conta dois aspectos: 1) as dificuldades operacionais em obtê-la, por conta da adversidade das condições ambientais e da entrada de novas unidades de produção na área. 2) a diminuição da probabilidade de sucesso num cenário onde as duas aquisições sísmicas sejam completamente diferentes.

Em muitos casos será viável obter uma boa resposta 4D mesmo com um grau muito baixo de repetibilidade, por conta das características petrofísicas do reservatório, da boa qualidade sísmica da área e da produção acumulada durante o período entre duas campanhas de aquisição.

Como descreveu Lumley (1997), o risco técnico de um projeto 4D pode ser resumido em nove parâmetros:

- 1) Módulo de Bulk da rocha seca
- 2) Contraste de compressibilidade dos fluidos
- 3) Variação na saturação de HC
- 4) Porosidade

- 5) Variação da impedância ou do tempo de trânsito
- 6) Qualidade sísmica
- 7) Resolução sísmica
- 8) Visualização de contatos entre fluidos
- 9) Repetibilidade

Parece claro que uma função de nove parâmetros pode fornecer bons resultados mesmo quando um deles tem sua pior performance, desde que os demais apresentem valores adequados. Levando tal raciocínio para alguns dos principais campos da bacia de Campos, onde se tem reservatórios terciários (muito compressíveis), boas porosidades, variação significativa de impedância, grande variação na saturação de HC (entre o início da produção e o momento atual) e ótima qualidade sísmica, pode-se esperar boas respostas 4D mesmo quando a repetibilidade não for factível técnica e/ou economicamente. E este é o ponto. No estudo de viabilidade, além de se concluir que o 4D é viável, é preciso modelar o cenário de repetibilidade zero e verificar seu impacto no resultado final.

Um dos motivos da importância desta discussão é o comportamento das correntes marítimas na bacia de Campos. Mesmo no período mais adequado para a aquisição, quando as condições de vento e altura de ondas são bastante favoráveis, estas correntes permanecem muito fortes e extremamente variáveis em sentido e intensidade. Apesar de apresentarem um valor médio próximo de 1 nó, atingem picos de intensidade de até 4 nós e mudam de sentido continuamente. Tal realidade torna impraticável a repetição das posições de fonte e receptor entre aquisições sísmicas com "streamers", o que se vem sendo obtido com certa facilidade no Mar do Norte.

Tem-se assim as grandes diferenças entre as bacias do Mar do Norte e de Campos do ponto de vista da sísmica 4D. Enquanto lá as condições ambientais são praticamente perfeitas no verão (sem ondas, ventos e correntes), na bacia de Campos as correntes serão sempre um grande empecilho para a repetição de uma aquisição anterior. Por outro lado, enquanto lá os principais reservatórios são rochas jurássicas e cretácicas, muito consolidadas e, conseqüentemente, pouco compressíveis, os reservatórios do terciário da bacia de Campos apresentam boa compressibilidade e boa porosidade.

Repetibilidade como marketing

O esforço no sentido da obtenção de uma boa repetibilidade, como qualquer outro esforço em aquisição sísmica, custa dinheiro. Uma vez estabelecida sua importância, é de se esperar um dispêndio maior com a aquisição. Realizar um levantamento monitor com esta premissa implica numa quantidade maior de "reshooting", já que se devem descartar pontos de tiro muito desviados em relação à posição planejada, e no uso de equipamentos mais sofisticados (e caros), que permitam manobrar os cabos sísmicos de modo a

posicioná-los o mais próximo possível das posições correspondentes no levantamento base.

A decisão, portanto, deve estar embasada num estudo de viabilidade do 4D que leve em conta seu custo contra o benefício esperado. Decidir a favor de um levantamento de alta repetibilidade sem esta análise é se render ao marketing das companhias de serviço, que têm o interesse legítimo de vender produtos de maior valor agregado.

Optar por uma aquisição sísmica menos sofisticada e, conseqüentemente, mais barata será razoável quando se tiver clareza sobre duas questões:

1. Por que investir em repetibilidade se este não for um parâmetro crítico para um bom resultado?
2. Por que utilizar equipamentos que garantem a repetibilidade da aquisição em condições de trabalho adequadas se já se souber que estas condições não serão adequadas? No caso, tratando-se das correntes marítimas.

Uma proposta de abordagem para projetos 4D

Como dito anteriormente, a repetibilidade num projeto de aquisição sísmica 4D deve ser avaliada como um dos diversos parâmetros a serem levados em conta. Não deve ser vista como panacéia uma vez que existirão situações em que sua obtenção pode ser dispensável, além de muito custosa.

Um exemplo disto seria a execução de um levantamento monitor após vários anos de produção num campo do terciário da bacia de Campos, o que é uma situação real na PETROBRAS atualmente. Neste caso se teria uma grande variação de saturação de óleo entre os dois levantamentos 3D, além de se tratar de reservatórios pouco consolidados. Do ponto de vista ambiental, as correntes marítimas serão um fator dificultador para a repetição das posições de tiro e receptor.

Para avaliar criteriosamente o potencial de retorno econômico dos projetos de sísmica para monitoramento da produção sugere-se estabelecer os seguintes procedimentos:

1. Realizar o estudo de viabilidade do 4D para todos os campos da bacia. A partir da disponibilidade de profissionais preparados para este trabalho, os custos envolvidos são insignificantes.
2. Incluir nestes estudos a simulação da condição de repetibilidade zero e verificar o aumento do risco de degradação da resposta 4D.
3. Seguindo a idéia de Peebler (2005), montar um portfólio de oportunidades de 4D e realizar análises econômicas destas oportunidades (com e sem repetibilidade), determinando-se o risco associado ao levantamento sísmico para cada campo.

Com estas informações, a decisão sobre um projeto 4D fica enriquecida tanto pela abordagem probabilística (de risco) já comumente utilizada na análise de oportunidades exploratórias quanto pela otimização do investimento, com a possibilidade de contratação de aquisições sísmicas convencionais (mais baratas) quando a repetibilidade não for um parâmetro crítico.

Parodiando Peebler (2005), trata-se de trazer a cultura exploratória para a realidade da engenharia de produção, incorporando claramente à decisão gerencial uma probabilidade de insucesso que sempre existe, mas que não é explicitada num processo decisório determinístico.

Conclusão

No aprendizado com a história da sísmica 4D no Mar do Norte, dois aspectos evidenciam as principais diferenças da bacia de Campos em relação àquela província: 1) a grande intensidade e variabilidade das correntes marítimas, que dificultam o reposicionamento de fontes e receptores em aquisições do tipo "streamer". 2) a grande concentração de óleo em reservatórios terciários, de mais alta compressibilidade. Além disso, para a aquisição dos primeiros levantamentos monitores, tem-se uma grande variação de saturação de óleo durante a história de produção dos campos mais maduros.

Para os campos de óleo em que estas características estão presentes, a repetibilidade entre os levantamentos base e monitor não parece ser uma condição crítica para o sucesso do projeto 4D, o que se soma à grande dificuldade operacional em obtê-la, em se tratando de levantamentos com cabos sísmicos na superfície.

Nestes casos, para uma otimização dos investimentos em aquisição sísmica, é essencial realizar um estudo de viabilidade que leve em conta tanto os aspectos petrofísicos e sísmicos quanto as limitações operacionais e os custos ligados à obtenção de um alto grau de repetibilidade. Mesmo sendo sempre desejável, a repetibilidade nem sempre é necessária e factível.

Referências

Lumley, D.E., Behrens, R.A. e Wang, Z., 1997, Assessing the technical risk of a 4-D seismic Project: The Leading Edge, September, Vol. 16, p. 1287-1292.

Peebler, R.P., 2005, E&P: Yin and Yang of upstream industry – bringing the exploration outlook to production: The Leading Edge, February, Vol. 24, p. 181-188.