



Estudo do impacto do uso de geofones com ressonância de 10 Hz e 60 Hz na aquisição 3D de alta resolução

Selma S. Sacramento, Marco C. Schinelli - PETROBAS S/A, Brasil

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.

Resumo

Para monitoramento da injeção de vapor no campo de Fazenda Alvorada, na Bacia do Recôncavo foi projetada uma aquisição 4D de alta resolução, com o uso de geofones de 60 Hz, cargas e geofones enterrados e cela de 2,5 x 2,5 metros, dentre outros parâmetros não convencionais, com o objetivo de maximizar a resolução sísmica ao nível dos reservatórios a serem monitorados. Simultaneamente, para estudar o impacto do uso dos geofones de 60 Hz, foram usados redes convencionais de geofones de 10 Hz agrupados, cujo resultado serviria para avaliar a possibilidade de em novas campanhas de monitoramento, serem usados geofones convencionais no lugar dos de alta frequência. O resultado do experimental mostrou que os geofones de 60 Hz não foram determinantes para o resultado obtido pois este também foi alcançado com o uso dos geofones convencionais. Serão descritos neste trabalho os resultados obtidos com o uso dos geofones de 60hz e 10hz no mesmo levantamento 3D, avaliando alguns aspectos operacionais da aquisição e o procedimento usado para processamento, além das diferenças entre cada conjunto de dados.

Introdução

O Campo de Fazenda Alvorada, descoberto em 1984, fica localizado no compartimento nordeste da Bacia do Recôncavo e inserido no bloco alto da falha de Pedras. O campo é formado por três blocos com acentuada inclinação para sudoeste (25 graus) e separado por falhas normais na direção SE/NW. Cada bloco tem contatos e acumulações independentes. A seqüência estratigráfica atravessada pelos poços é formada por sedimentos da Formação Barreiras, Candeias, Água Grande, Itaparica, Sergi e Aliança. Os principais reservatórios são constituídos por arenitos das formações Água Grande, Itaparica e Sergi e são portadores de óleo viscoso. A opção de remobilização do óleo com injeção de vapor na Formação Água Grande foi a oportunidade de desenvolver um projeto piloto para implementação da tecnologia de monitoramento sísmico na Petrobras.

Histórico - Em 1994, foi programada aquisição experimental de sísmica time-lapse, ou 4D, para monitoramento de injeção de vapor na área. Face a pequena espessura do reservatório que se buscava monitorar foi feita opção pelo uso de parâmetros de aquisição que pudessem proporcionar dados com alta resolução. Sendo assim uma aquisição especial foi desenhada onde foram utilizados geofones com frequência de ressonância de 60hz enterrados a 6m de profundidade, cargas pontuais e reduzidas, também enterradas à aproximadamente 6m, celas de 2,5x2,5m dentre outros parâmetros que estão descritos na Tabela 1. Simultaneamente a esta aquisição, foi registrado um outro volume de dados usando-se a mesma tabela de parâmetros, com exceção dos geofones de 60hz, que foram substituídos pelos geofones convencionais de 10hz espalhados em superfície. A análise dos diferentes dados possibilitaria definir que tipo de geofone deveria ser usado em futuras campanhas de aquisição para continuidade do monitoramento sísmico. Neste trabalho, avaliamos a melhoria de resolução obtida em relação à sísmica 2D convencional disponível na área e as vantagens e desvantagens do uso dos geofones de alta frequência.

Características da operação

Operacionalmente foram colocados os geofones de 60 Hz a 6 m de profundidade sendo um único geofone por estação, o que levaria a um aumento da razão sinal/ruído. As cargas pontuais, também colocadas a 6 metros de profundidade visavam melhor acoplamento e contribuir para a alta resolução através do uso de pequenas quantidades de explosivos (150 g), considerando-se que os objetivos eram rasos (300 m).

Intervalo de estações	10 m
Intervalo de linha de receptor	10 m
Intervalo de tiro	5 m
Intervalo de linhas de tiro	20 m
Cela	2,5 X 2,5 m
Número de canais/dispositivo	320
Número de tiros /LT	4
Lanço básico	0-7,5-397,3 m
Multiplicidade nominal	10
Razão de amostragem	1 ms
Tempo de registro	2 seg.
Filtro c/ baixa	36Hz/ 36 db/oitava
Filtro c/ alta	500 Hz/ 72 db/oitava
Filtro Notch	Out
Geofone	60 Hz (1/estação) - e 10 Hz agrupados
Fonte sísmica	150 gr entre 1 e 3 m de profundidade

Tabela 1 – Parâmetros de aquisição - A diferença entre os dois diferentes dados que serão comparados é o tipo de geofone: 10 e 60 Hz

Já os geofones de 10 Hz, diferentemente, foram colocados na superfície, agrupados (sem arranjo), num total de 10 geofones por estação (Figura 1). Para reduzir o impacto da atividade operacional do campo em produção foi, sempre que possível, solicitado o desligamento dos equipamentos de superfície (bombas, compressores e outros) que pudessem contribuir com a geração de ruídos durante a aquisição.

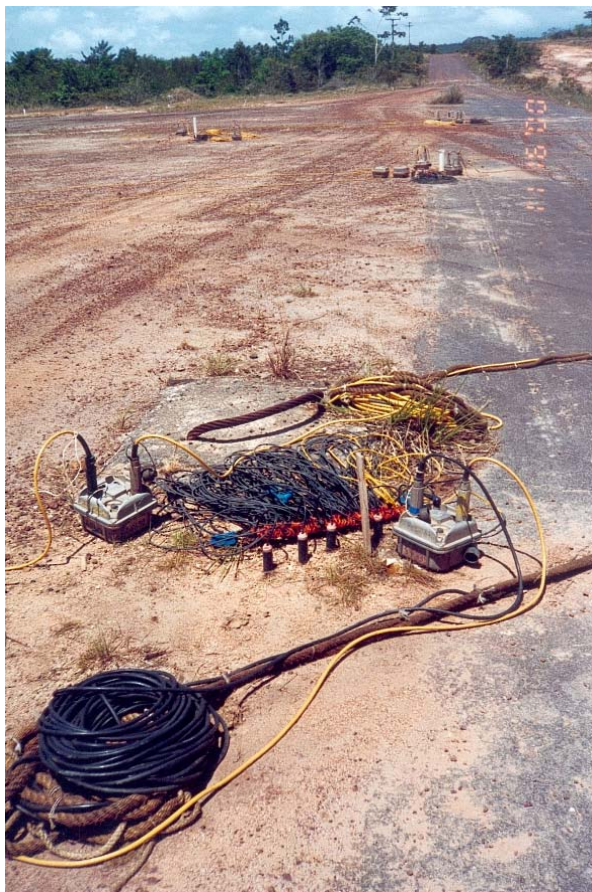


Figura 1 – Geofones de 10 Hz, agrupados junto ao geofone de 60 Hz que foi colocado a 6 metros de profundidade usando tubos de PVC.

Processamento

O processamento foi realizado utilizando-se o Pacote PROMAX e algumas rotinas desenvolvidas pela Petrobras. Dentre as características específicas do processamento podemos destacar:

- _ Adequação dos dois volumes a uma geometria comum
- _ Análise cuidadosa da estática de campo devido a alta frequência e a presença de ruídos em ambos volumes (Figura 2)
- _ Preservação da amplitude visando a utilização dos volumes no monitoramento da frente de vapor

_ Diversos cálculos de estáticas residuais devido a instabilidade do dado de alta resolução.

_ A limitação de offsets inviabilizou a migração

A seqüência básica de processamento foi:

- 1- Geometria
- 2- Adequação de geometria
- 3- Estática de campo
- 4- Correção de divergência esférica
- 5- Deconvolução
- 6- Balanceamento espectral
- 7- Análise de velocidades
- 8- Estáticas residuais
- 9- Estáticas em cdp
- 10- Crossequalização

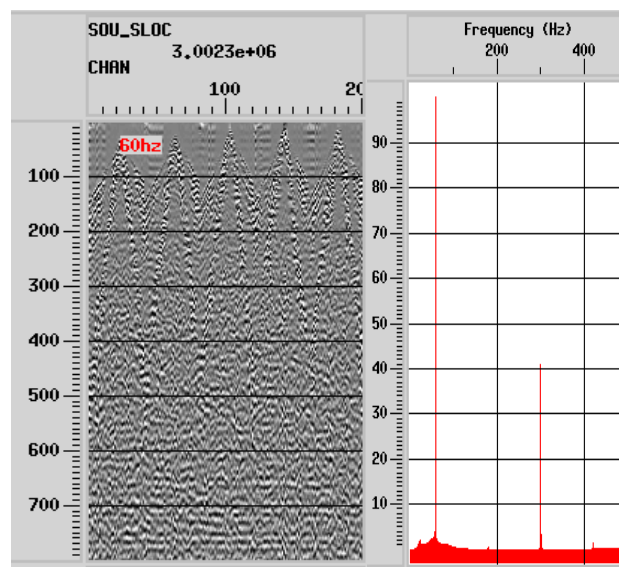
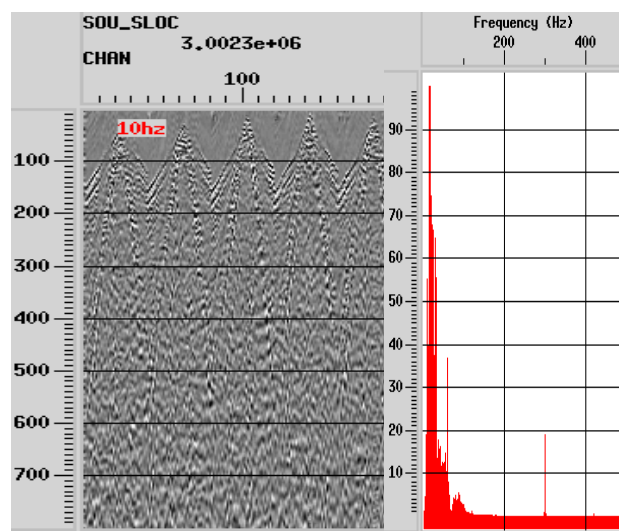


Figura 2 – Mostra o mesmo registro para os dois volumes.

Interpretação dos resultados e conclusões

Os resultados confirmaram que os parâmetros de aquisição possibilitaram um acréscimo de resolução de quase duas oitavas em relação ao conteúdo frequências de sísmica convencional (2D) disponível na área e mostrado na figura 3.

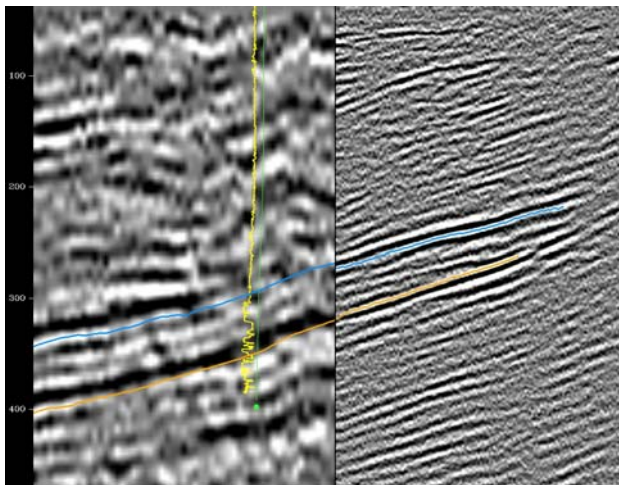


Figura 3 – Comparação da sísmica convencional (2D) com o 3D de alta resolução (esquerda).

Ficou também constatado que a resolução obtida com o uso de geofones convencionais foi semelhante à aquela obtida com geofones de 60 Hz. Em algumas regiões do 3D o resultado do geofone convencional pode ser classificado até mesmo como superior ao geofone de alta resolução (Figura 4). Um dos fatores que justifica este fato relaciona-se à razão sinal/ruído. O volume de 10Hz mostra-se menos ruidoso e também os geofones de 10hz foram usados em maior quantidade do que os de 60 Hz (um único geofone por estação), ainda que estes últimos tenham sido acoplados a 6 metros de profundidade. Esse resultado aponta para a possibilidade de aquisições de alta resolução usando-se equipamento convencional desde que os parâmetros e condições de aquisição sejam desenhados para preservação de altas frequências, como por exemplo: a redução do grid utilizando celas mínimas, intervalo de amostragem reduzido, uso de cargas pontuais e outros fatores que somados tornam viáveis a aquisição sísmica 3D de alta resolução. Sob a ótica do monitoramento sísmico da injeção de vapor fica patente a possibilidade de que futuras campanhas de monitoramento sejam feitas usando os geofones convencionais de 10 Hz..

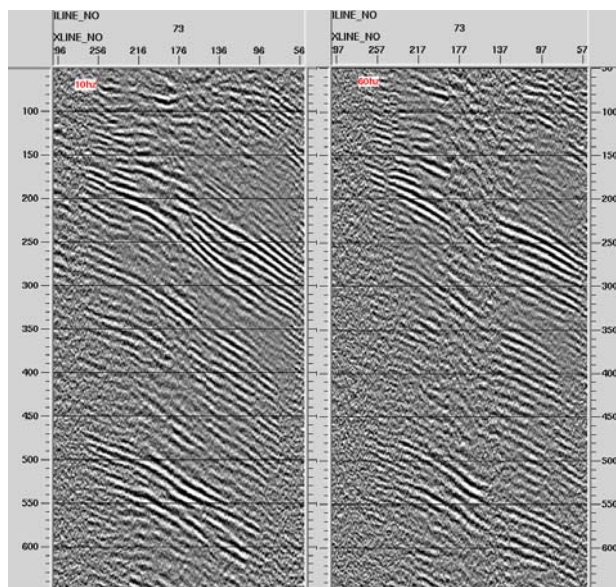


Figura 4 – Mostra uma seção empilhada de uma determinada inline para os dados, de 60hz e 10hz respectivamente

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer à PETROBRAS pela permissão pela publicação deste trabalho.

Referencias Bibliográficas

Guenther Schwedersky Neto, Geofísica Aplicada ao Desenvolvimento do Campo de Fazenda Alvorada – Proposta preliminar de projeto. Relatório interno, 1994.

Lucia Duarte Dillon, Guilherme Fernandes Vasquez , Avaliação em laboratório da sensibilidade do método sísmico no monitoramento de processo térmico de recuperação secundária no campo de Fazenda Alvorada.

Levantamento 4D de Alta resolução para monitoramento de reservatório. Campo de Fazenda Alvorada - Segunda fase. Marco Cesar Schinelli & Raimundo Conceição Pereira, Relatório interno - Petrobras, set/2000.