

“A S4D surge como uma alternativa para aprimorar o ajuste visto que complementa as informações esparsas de poços com informações de pressão e movimentação de fluidos em todo o reservatório numa determinada data, aumentando a qualidade do modelo.”

Interesses Especiais:

[UNISIM](#)

[Publicações UNISIM](#)

[Portal de Simulação e Gerenciamento de Reservatórios](#)

[UNIPAR](#)

[STEP](#)

[Edições Anteriores](#)

Links:

[Unicamp](#)

[Cepetro](#)

[Dep. Eng. Petróleo](#)

[Fac. Eng. Mecânica](#)

[Ciências e Eng. de Petróleo](#)

Pós-Graduação:

Ciências e Engenharia de Petróleo: interessados em Mestrado e Doutorado na área de Simulação e Gerenciamento de Reservatórios de Petróleo [cliquem aqui](#).

Benefícios da Informação - Sísmica 4D

Carla Janaina Ferreira e Denis José Schiozer

Introdução

A necessidade de informações para o processo de tomada de decisões no desenvolvimento de campos de petróleo é muito evidente e as empresas fazem grandes investimentos na aquisição de dados, principalmente na fase de avaliação dos reservatórios. Ao longo das fases de desenvolvimento um campo o valor das informações diminui.

Portanto, boas estimativas do valor da informação (VDI) são necessárias para sua aquisição. Entretanto o processo de estimativa é bastante complexo, pois envolve o cálculo estatístico dos benefícios que a informação pode trazer considerando as incertezas presentes no processo.

A sísmica 4D (S4D) é uma fonte de informações importante, pois auxilia no melhor entendimento do modelo geológico e do fluxo de fluidos. O valor da S4D deve ser obtido por meio de um cálculo estatístico que estima os benefícios que ela pode trazer aos possíveis cenários do caso em estudo. A estimativa desse valor pode ser um processo bem complexo e, por isso, este texto tem o objetivo mostrar o primeiro passo do processo que é dar um exemplo dos benefícios que a S4D pode trazer.

Benefícios da Sísmica 4D

Na fase de gerenciamento de campos de petróleo, dados dinâmicos de poços são usados para calibrar os modelos, em um processo chamado de ajuste de histórico. A ideia básica é melhorar os modelos de simulação para ter previsões mais confiáveis e melhores decisões no futuro. Entretanto, na fase inicial, esses dados podem ser insuficientes para identificar todas as heterogeneidades do campo e, por isso, muitas incertezas podem ainda existir.

A S4D surge como uma ferramenta para aprimorar o ajuste visto que complementa as informações esparsas de poços com informações de pressão e movimentação de fluidos em todo o reservatório numa determinada data, aumentando a qualidade do modelo. Diversos artigos reportam o sucesso do uso da S4D ao aumentar a eficiência de produção.

Como a S4D envolve custo e pode não identificar a movimentação de fluidos nos primeiros e últimos anos de produção é necessário entender os benefícios do processo e determinar a melhor época para a aquisição de dados de S4D, o que é função de:

- Qualidade do modelo sem a S4D;
- Quanto o modelo usado para previsão melhora com a S4D;
- Qual a flexibilidade de mudança nas decisões futuras;
- O potencial de ganho futuro se a S4D for adquirida.

Objetivo

Este trabalho tem como objetivo mostrar que o melhor período para a aquisição da S4D está relacionado com a qualidade do modelo sem a S4D e com o quanto se melhora o modelo com o uso da S4D, deixando para trabalhos futuros o cálculo do VDI considerando cenários incertos. A aplicação é realizada em um caso sintético simples que representa uma região de um reservatório entre um injetor e os produtores correspondentes.

Aplicação

Três modelos de simulação foram utilizados, repre-

sentando uma região de fluxo entre um injetor e quatro produtores (modelo estudado por Machado, 2010):

- Modelo referência: considerado real, com um canal de alta permeabilidade e duas barreiras, também utilizado para gerar mapas de saturação que seria obtido pela S4D (caso ideal em que a S4D é capaz de obter tais informações);
- Modelo base: modelo inicial de simulação homogêneo, sem canal de alta permeabilidade e barreiras;
- Modelo ajustado: modelo base ajustado com dados de produção e S4D, com canal de alta permeabilidade e barreiras.

Para analisar o campo, o modelo foi dividido em quatro regiões, apresentado na Figura 1. As regiões representam as áreas de fluxo entre o injetor e cada produtor.

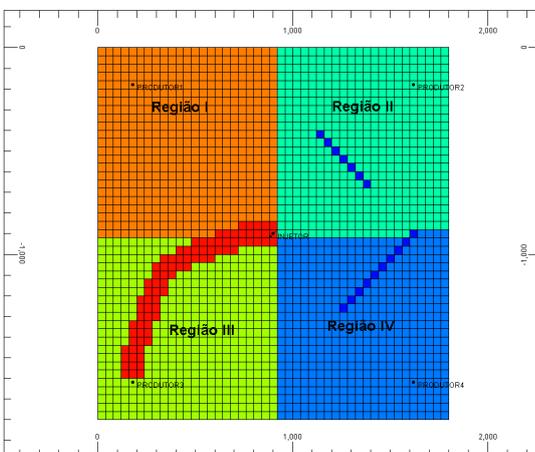


Fig. 1: Modelo utilizado com representação das quatro regiões de fluxo, canal de alta permeabilidade (em vermelho) e barreiras (em azul)..

Resultados

Para avaliar o quanto os modelos de simulação estão próximos ao real (modelo de referência), foram calculadas as diferenças dos dados de produção (vazão de óleo e água) nos poços e as diferenças entre os mapas de saturação de água para todo o campo (global) e para as quatro regiões. A análise foi dividida em dois casos:

- Caso 1: comparação entre o modelo de referência e o modelo base (Figuras 2 a 4);
- Caso 2: comparação entre o modelo de referência e o modelo ajustado (Figura 6).

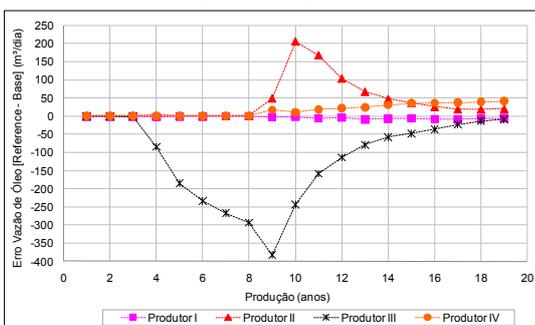


Fig. 2: Caso 1: diferenças na vazão de óleo.

Observa-se que apenas com dados de produção (Figuras 2 e 3) pode-se identificar que o modelo de simulação está inconsistente com 3 anos de produção, entre-



Grupo de Pesquisa em Simulação e Gerenciamento de Reservatórios

Depto Eng. Petróleo
Fac. Eng. Mecânica
Centro de Estudos de Petróleo
Univ. Estadual de Campinas
Campinas, SP

Tel: 55-19-3521-1184
Fax: 55-19-3289-4999
unisim@dep.fem.unicamp.br

“Mostra-se de fundamental importância identificar o melhor momento para se adquirir dados de S4D, aumentando assim os benefícios da sua aquisição.”

Oportunidades no UNISIM:

Se você tem interesse em trabalhar ou desenvolver pesquisas no UNISIM, entre em contato conosco:

Interesse imediato em:

- Pesquisador na área de simulação, gerenciamento e caracterização de reservatórios;

Para mais detalhes, [clique aqui](#).

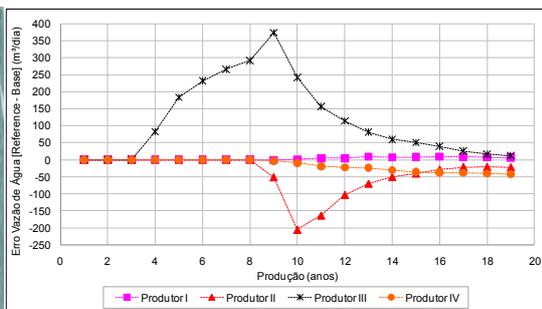


Fig. 3: Caso 1: diferenças na vazão de água.

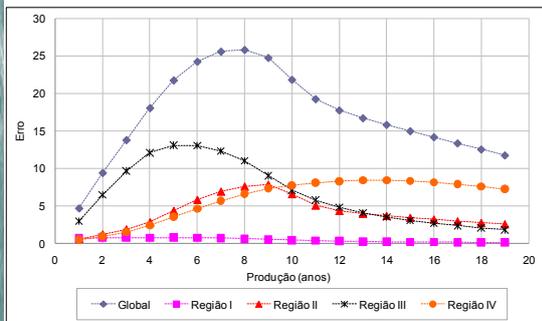


Fig. 4: Caso 1: diferenças dos mapas de saturação de água.

tanto não é possível identificar a origem da água.

Nota-se também que há um período ideal para a S4D, visto que os erros dos mapas (Figura 4) apresentam valores máximos e decrescem com o tempo. Quanto maiores as diferenças, mais fácil será detectar a inconsistência do modelo de simulação através dos mapas de saturação e pressão provenientes da S4D.

Ao identificar a faixa de tempo que apresenta diferenças no mapa de saturação, deve-se analisar a quantidade de óleo *in situ* e o potencial de ganho futuro por meio de alterações na estratégia de produção do campo, pois ambos reduzem ao longo dos anos. Apenas para efeito didático, foi calculada a receita atualizada proveniente da venda do óleo do reservatório em questão resultando na curva de receita a ser adquirida em percentagem ao longo do tempo de produção, apresentada na Figura 5. Nota-se, por exemplo, que se a S4D for adquirida no Ano 4, ainda há 50% do total de receitas do campo a ser adquirida; assim melhorar o modelo nesse momento implica numa possibilidade de ganho maior do que no Ano 8 quando quase 80% da receita já foi obtida.

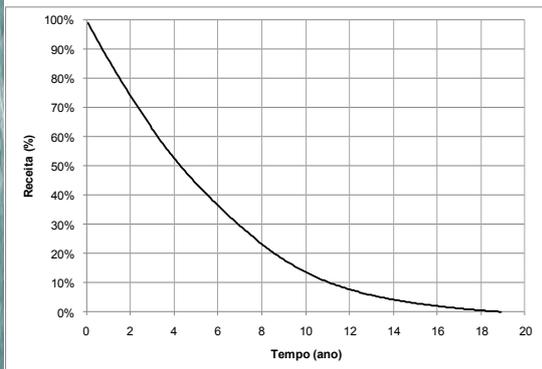


Fig. 5: Percentual de receita atualizada futura (a ser adquirida) ao longo da vida produtiva.

Para o Caso 2 (Figura 6), pode-se observar que houve uma grande redução nos erros ao realizar o ajuste com os dados S4D indicando uma melhora significativa do modelo. Ferreira et al. (2011) mostram que os erros observados para o modelo ajustado apenas com dados de produção são bem maiores e podem não permitir um melhor entendimento da movimentação de fluidos.

Verifica-se que a aquisição da S4D com quatro anos de produção, para o reservatório estudado, apresenta grande vantagem econômica. Neste momento ainda há 50% de receita a ser adquirida e considerando que a estratégia de produção seja flexível, pode-se alterá-la para aumentar a eficiência da produção.

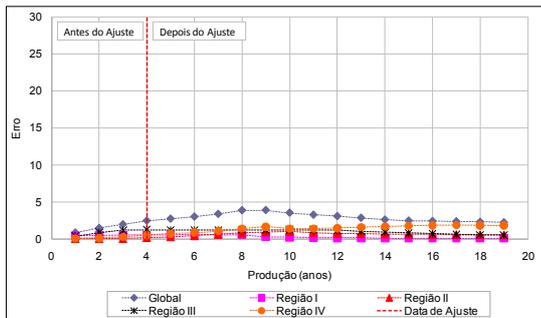


Fig. 6: Caso 2: diferenças dos mapas de saturação de água.

Observações Finais

Quatro são os fatores que influenciam na determinação do valor da S4D. Para um exemplo sintético simples foram mostrados os dois primeiros fatores ao identificar a qualidade do modelo sem a S4D e quanto este modelo pôde ser melhorado com a aquisição dos dados de S4D.

Também se verificou que, as diferenças dos mapas de saturação obtidas com a S4D variam ao longo do tempo. Assim, se a S4D for obtida muito cedo ou no final da vida do campo, pode-se não captar diferenças significativas para melhorar o modelo. Além de, se for adquirida muito tarde pode não ser mais possível alterar a estratégia de produção. Desta forma, mostra-se de fundamental importância identificar o melhor momento para se adquirir dados de S4D, aumentando assim os benefícios da sua aquisição.

A estimativa do valor da S4D envolve ainda a parte de análise de incerteza e de estudos econômicos para identificar a melhoria que a aquisição de dados de sísmica 4D proporciona (o que será mostrado em trabalhos futuros).

Referências Bibliográficas

FERREIRA, Carla J.; DAVOLIO, Alessandra; MARCHIO, Célio; SCHIOZER, Denis J.: *Evaluation of the Seismic Time-Lapse Acquisition Period in Reservoir Monitoring*. Offshore Technology Conference, OTC-22740, 2011.

MACHADO, André Francisco: *Análise Quantitativa de Mapas de Pressão e Saturação no Processo de Ajuste de Histórico*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2010. 149p.

Informações sobre os autores:

Carla Janaína Ferreira é aluna de doutorado do curso de Ciências e Engenharia de Petróleo da Unicamp.

Denis José Schiozer é professor titular do Departamento de Engenharia Petróleo da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp.

Para mais informações, visite

<http://www.unisim.cepetro.unicamp.br>

O UNISIM é um grupo de pesquisa da UNICAMP (Departamento de Engenharia de Petróleo, Faculdade de Engenharia Mecânica, Centro de Estudos de Petróleo - CEPETRO) que tem como objetivo desenvolver trabalhos e projetos na área de simulação e gerenciamento de reservatórios.