



“O uso da metodologia FOI reduziu de forma expressiva o número de simulações.”

Interesses especiais:

- [Publicações UNISIM](#)
- [Portal de Simulação de Gerenciamento de Reservatórios](#)
- [UNIPAR](#)
- [STEP](#)
- [Edições anteriores](#)

Outros links:

- [Unicamp](#)
- [Cepetro](#)
- [DEP](#)
- [FEM](#)

Ajuste de Histórico Usando Funções-Objetivo Independentes

[Célio Maschio](#)

O processo de ajuste de histórico é um problema inverso que consiste em alterar as propriedades (parâmetros) do reservatório de forma a reduzir a diferença entre os dados observados (histórico) e os dados da simulação. O ajuste assistido consiste na integração de decisões de especialistas com a automatização de partes do processo. Uma das principais abordagens para a automatização é o uso de um método de otimização para minimizar uma função objetivo que represente a diferença entre o histórico e a simulação. Em geral, quanto maior o número de parâmetros, maior o número de simulações necessárias para reduzir a função-objetivo.

Neste artigo, apresenta-se uma metodologia de ajuste de histórico baseada em funções-objetivo independentes (FOI) minimizadas simultaneamente; o objetivo é reduzir o número de simulações mantendo a qualidade dos resultados.

Metodologia

A metodologia consiste em dividir o problema em vários processos de otimização realizados em paralelo e de forma independente.

Como exemplo, considere que as regiões marcadas em cinza no reservatório representado esquematicamente na Figura 1 sejam independentes. Considere também que os parâmetros de ajuste na região do poço P1 são multiplicadores de porosidade (MULT POR) e multiplicadores de permeabilidade horizontal (MULT PERMX) e, na região do poço P2, são multiplicadores de permeabilidade horizontal (MULT PERMX) e multiplicadores de permeabilidade vertical (MULT PERMZ). Na Figura 2 estão representados dois espaços de solução compostos com os dois parâmetros de cada região.

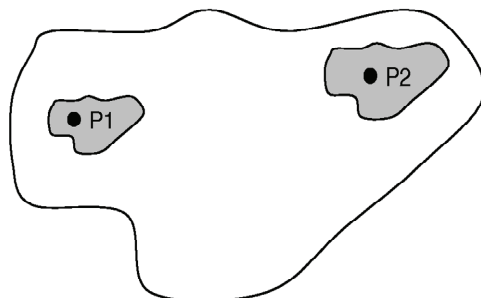


Figura 1: Representação esquemática de duas regiões independentes.

A metodologia proposta consiste em aplicar um método de otimização (nesse caso um método de busca direta) para encontrar o mínimo (ponto representado em verde na Figura 2) de cada espaço de solução, de forma independente. As mesmas simulações são utilizadas para realizar as duas modificações ao mesmo tempo.

Para avaliar se as regiões são independentes, realiza-se uma análise de sensibilidade. Para serem consideradas independentes, uma alteração na região de P1 não deve alterar o comportamento do poço P2.

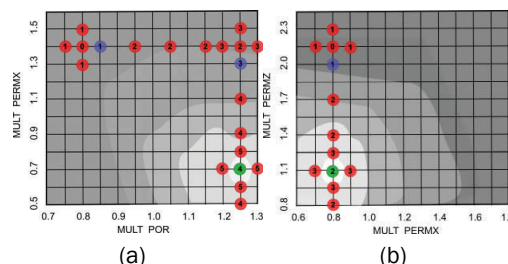


Figura 2: Representação de dois espaços de soluções bidimensionais independentes

Aplicações

A metodologia proposta foi aplicada em dois casos. O Caso 1 é um reservatório sintético com cinco regiões delimitadas por falhas. Em cada região foi alocado um poço produtor e um injetor, perfazendo um total de dez poços, todos horizontais. Foram definidos quatro parâmetros de ajuste em cada região: permeabilidade horizontal e vertical, o expoente e o ponto terminal das curvas de permeabilidade relativa, totalizando vinte parâmetros. Neste caso foi ajustado o corte de água nos poços produtores.

O Caso 2 é um caso real com histórico de produção de aproximadamente vinte e cinco anos. Foram escolhidos quatro poços com maiores problemas e foram definidas regiões de drenagem nas proximidades dos poços, onde os parâmetros de ajuste foram as permeabilidades horizontal e vertical, num total de oito parâmetros. Neste caso foi ajustada a vazão de água dos quatro poços escolhidos.

Para os dois casos, foram realizados três processos de ajuste: Ajuste 1, o método proposto; Ajuste 2, divisão do processo em etapas e Ajuste 3, com todos os parâmetros simultaneamente e compondo a função-objetivo com todos os poços. No Ajuste 2, inicia-se com o

“O método proposto é viável para aplicação em casos reais em diversos tipos de problemas.”

Oportunidade:

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
- Gerente Executivo para Rede Temática de Pesquisa em Simulação e Gerenciamento de Reservatórios
- Estagiário de Informática

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



Grupo de Simulação de Fluxo em Meios Porosos

UNISIM

Depo. Eng. Petróleo
 Fac. Eng. Mecânica
 Univ. Estadual de Campinas
 Campinas-SP

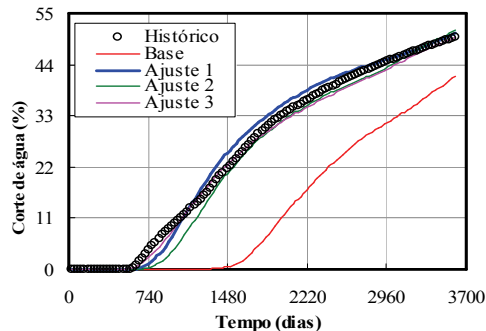
Tel: 55-19-3521-3359
 Fax: 55-19-3289-4999
 Email: unisim@dep.fem.unicamp.br

ajuste de um dos poços, com os parâmetros de ajuste correspondentes à região desse poço. O modelo resultante desse primeiro ajuste passa a ser o caso base para próximo ajuste e assim sucessivamente até o último poço a ser ajustado.

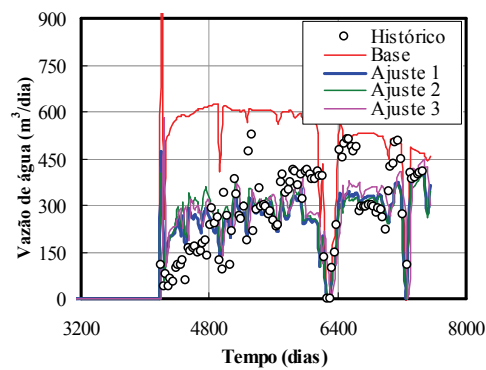
Resultados e discussões

Na Figura 3 podem ser vistos dois exemplos de ajustes, sendo um poço do Caso 1 (Figura 3-a) e um poço do Caso 2 (Figura 3-b). Os três processos de ajuste apresentam resultados semelhantes. Porém, o número de simulações relativas ao processo Ajuste 1 é significativamente menor do que o dos outros processos, como pode ser notado nas Tabelas 1 e 2, onde o número de simulações relativas ao Ajuste 2 é a soma do número de simulações de cada etapa.

No Caso 1, a aplicação do método proposto (Ajuste 1) quando comparado com o Ajuste 3, reduz a dimensão do problema de vinte para quatro. No Caso 2, a redução foi de oito dimensões para duas. Nos dois casos, o



(a)



(b)

Figura 3: Exemplo de ajuste de dois poços (a), Caso 1 e (b), Caso 2.

uso da metodologia FOI reduziu de forma expressiva o número de simulações.

O método proposto é viável para aplicação em casos reais em diversos tipos de problemas como, por exemplo, reservatórios com sistemas de falhas selantes. As regiões isoladas podem ser tratadas de forma independente. Outro exemplo são reservatórios de grandes dimensões onde a interferência entre as regiões mais distantes é pequena. Pode-se citar ainda o caso de reservatórios com tempo de produção não muito longo (na faixa de dez anos ou menos) onde a interferência entre as

Tabela 1 - Número de simulações para o Caso 1

Processo	Etapas					Total
	1	2	3	4	5	
Ajuste 1	73	-	-	-	-	73
Ajuste 2	40	82	23	40	70	255
Ajuste 3	208	366	-	-	-	574

Tabela 2 - Número de simulações para o Caso 2

Processo	Etapas				Total
	1	2	3	4	
Ajuste 1	38	-	-	-	38
Ajuste 2	21	30	28	36	115
Ajuste 3	286	-	-	-	286

regiões de fluxo (avanço da frente de água, por exemplo) tende a ser mais localizada.

Comentários finais

Os resultados obtidos permitem concluir que a aplicação da metodologia de ajuste de histórico usando funções objetivo independentes pode trazer benefícios significativos em termos de redução do número de simulações, mantendo a qualidade dos resultados. Outros detalhes sobre a descrição e a aplicação da metodologia podem ser encontrados nas referências.

Referências

- Maschio C. and Schiozer, D. J.: "Development and Application of Methodology for Assisted History Matching", SPE 94882, *Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference*, Rio de Janeiro, Brasil, 20 - 23 June 2005.
- Maschio C. and Schiozer, D. J.: "A New Methodology for Assisted History Matching Using Independent Objective Functions", Aceito para publicação na revista *Petroleum Science and Technology*, (Taylor & Francis Group), 2006.

Informações sobre o autor:

Célio Maschio é mestre e doutor em Engenharia Mecânica pela UNICAMP e é pesquisador do UNISIM desde outubro de 2001.



Não há limites para sonhar. Basta acreditar. Que neste Natal vocês possam sonhar todas as alegrias e dividir o seu entusiasmo de ser feliz sempre. Tenham todos um Feliz Natal e que 2007 seja um ano cheio de realizações. É o que deseja

O Grupo UNISIM

O UNISIM é um grupo de pesquisa do Departamento de Engenharia de Petróleo da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, com apoio do Centro de Estudos de Petróleo (CEPETRO) que tem como objetivo desenvolver trabalhos e projetos na área de simulação e gerenciamento de reservatórios. Para maiores informações, visite: <http://www.dep.fem.unicamp.br/unisim>.