

“A metodologia permite o tratamento das incertezas em todas as etapas do processo (ajuste e previsão).”

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 [cliquem aqui](#).

Metodologia para Integração de Análise de Incertezas e Ajuste de Histórico

Célio Maschio

Introdução

O ajuste de histórico tradicional é um processo de otimização cujo objetivo é minimizar a diferença entre os dados observados e os simulados, buscando a melhor combinação entre os atributos, sendo que esse processo normalmente resulta em um modelo determinístico. Um aspecto relacionado a essa abordagem é que um único modelo ajustado não é suficiente para representar o reservatório devido às incertezas que ainda permanecem e às simplificações muitas vezes necessárias no processo de simulação.

Por outro lado, a análise probabilística nos estudos de previsão de produção por meio da simulação de reservatório torna-se cada vez mais comum e já é um consenso na indústria do petróleo. Portanto, surge a necessidade de se considerar o ajuste de histórico e a análise de incertezas como processos integrados.

O Grupo UNISIM vem desenvolvendo uma metodologia que permite fazer essa integração. A metodologia permite ainda: (1) redução de incerteza usando dados observados; (2) obtenção de um conjunto de modelos ajustados de forma probabilística dentro de uma faixa de incertezas, ao invés de obter um único modelo determinístico; e (3) realização da previsão probabilística com uma transição natural entre o período de ajuste e previsão.

Metodologia e resultados

A metodologia vem sendo desenvolvida e aplicada em vários estágios. A proposta inicial de desenvolvimento e validação (Estágio 1) está descrita no trabalho de Moura Filho (2006). Os testes foram realizados em um caso teórico simples com 4 atributos, com o objetivo de validar os métodos propostos. Nessa etapa foi possível a definição de equações para a redistribuição de probabilidades e redefinição da faixa de variação dos atributos com base nos dados observados. A ideia chave aparece de forma esquemática na Figura 1. O nível representado pela cor verde passa a ter maior probabilidade em relação aos outros níveis, pois as curvas associadas a esse nível estão mais próximas do histórico. Portanto, a nova probabilidade é inversamente proporcional à diferença entre o dado simulado e o observado (histórico).

Outro conceito importante utilizado também nessa metodologia é a simetria, a qual representa a posição das curvas resultantes da simulação em relação ao histórico. Os níveis A0 e A1 (Figura 1) são totalmente assimétricos, pois nenhum deles engloba o histórico. Por outro lado, as curvas relativas ao nível A2 (em verde) estão mais bem distribuídas em relação ao histórico sendo esse nível, portanto, mais simétrico. Quanto maior a simetria, maior o peso atribuído a um nível de incerteza.

No Estágio 2, a metodologia proposta inicialmente por Moura Filho (2006) foi aperfeiçoada por Becerra (2007) e Maschio et al (2009a) e aplicada a dois casos mais complexos (um reservatório da Bacia de Campos e um modelo sintético com características reais, construído com base em dados de afloramento).

Na Figura 2 é apresentado um exemplo típico de resultado obtido com a aplicação dessa metodologia. Destaca-se a redução da dispersão das curvas de produção acumulada de água e nota-se também que o conjunto de curvas após a redução de incertezas engloba o histórico.

As características comuns entre os Estágios 1 e 2 são: (1) utilização da metodologia da árvore de derivação

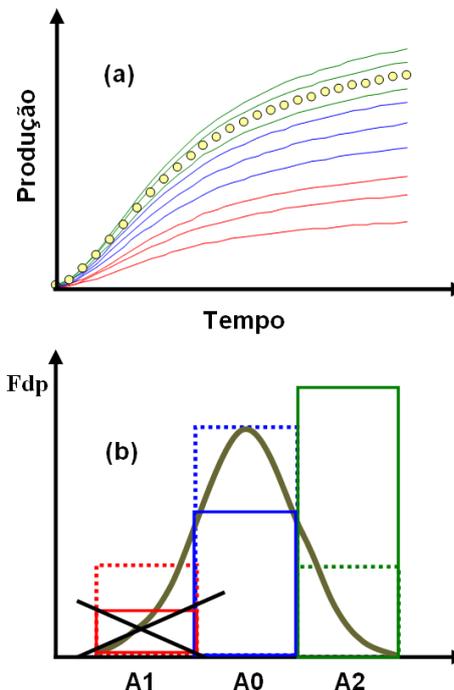


Figura 1: (a) Curvas de produção probabilísticas (b) representação esquemática da redistribuição de probabilidades.

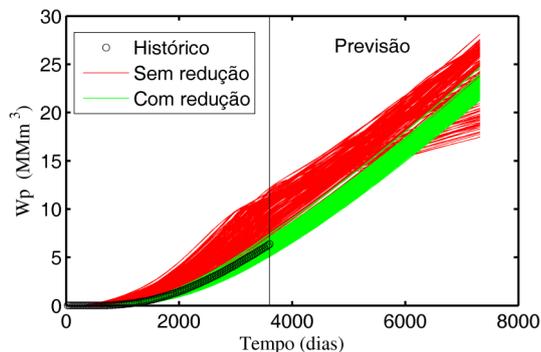


Figura 2: Produção acumulada de água com e sem redução de incertezas.

para a combinação estatística dos cenários; (2) aplicação viável para casos com poucos atributos (da ordem de 4 a 6 dependendo do caso), devido à grande quantidade de combinações geradas.

No Estágio 3 novas melhorias foram propostas. A principal delas foi a utilização da técnica de Hiper cubo Latino para a combinação dos cenários. Com essa técnica é possível realizar uma redução gradual de incertezas, por meio de um processo iterativo de sorteios. O avanço apresentado nesse estágio permitiu o estudo de casos com maior número de atributos. A descrição desse método bem como a aplicação a um modelo sintético realístico com 16 atributos está descrita no trabalho de Maschio et al (2009b).

Uma característica comum entre os Estágios 1, 2 e 3 é a simplificação da distribuição de probabilidades: foram utilizadas distribuições discretas com 3 níveis de incerteza. Um dos objetos de estudo no estágio atual é a influência do número de níveis na discretização dos atributos. Estão sendo testados e comparados casos com 3, 5 e 7 níveis e alguns resultados preliminares têm mostrado



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

“O uso de técnicas eficientes para combinar os cenários estatísticos permite a aplicação do método em casos mais complexos.”

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](#).

vantagens de se usar mais níveis (em termos de precisão), embora o esforço computacional tenda a ser um pouco maior, pois é necessária uma maior quantidade de sorteios para uma amostragem mais eficiente do espaço de soluções.

Está sendo proposto também um critério de parada em relação ao número de sorteios (realizado por meio da técnica de Hipercubo Latino) necessário para estabilizar a nova distribuição de probabilidades.

Outros aspectos estudados atualmente para tornar a metodologia mais robusta são:

- Aplicação em casos onde a função objetivo é muito complexa, envolvendo muitos dados (grande quantidade de poços, por exemplo) e dados de diferente natureza e escala, tais como vazão de água, óleo e pressão;
- Casos com efeitos cruzados complexos: um determinado atributo influenciando várias funções objetivo em sentido contrário, por exemplo, o aumento do atributo i aumenta a produção de água no poço A e a diminui no poço B;
- Calibração das fórmulas de redistribuição de probabilidade de forma a contemplar as situações anteriores.

Estão previstos ainda desenvolvimentos futuros em relação aos seguintes aspectos:

- Utilização de inferência Bayesiana como método para obtenção da nova distribuição de probabilidade;
- Uso de distribuição de probabilidade contínua combinada com a técnica de Hipercubo Latino;
- Realização do processo em etapas, com possibilidade de inclusão e exclusão de atributos entre as etapas.

Considerações finais

- A metodologia está em constante desenvolvimento, porém, os resultados obtidos até o momento são bastante promissores;
- O uso de técnicas eficientes para combinar os cenários estatísticos como, por exemplo, a técnica de Hipercubo Latino, pode viabilizar a aplicação da metodologia para casos mais complexos, com elevado número de atributos;
- A metodologia é mais adequada para campos com poucos dados observados, nos quais normalmente há mais incertezas. Porém pode ser aplicada também a campos com uma maior quantidade de dados;

- A vantagem da metodologia é que permite usar a informação não só da diferença em relação ao histórico, mas também a simetria;
- A consideração das incertezas de forma integrada permite uma transição natural entre o período de histórico e o período de previsão;
- A metodologia permite duas abordagens complementares: (1) como utilizar os dados observados para reduzir as incertezas e (2) como realizar o ajuste probabilístico, obtendo um conjunto de modelos ajustados dentro de uma faixa de incertezas em vez de obter um único modelo determinístico;
- Para maiores detalhes sobre a metodologia podem ser consultados os trabalhos listados em Referências Bibliográficas entre outros disponíveis na página do UNISIM.

Referências bibliográficas

Maschio, C.; Schiozer, D. J.; Moura Filho, M. A. B.; Becerra, G. G. “A methodology to reduce uncertainty constrained to observed data”. (SPE-111030) *SPE Reservoir Evaluation & Engineering*, 12 (1), p. 167-180, 2009a.

Maschio, C.; Schiozer, D. J.; Carvalho, C. P. V. “A new methodology to reduce uncertainties in reservoir simulation models using observed data and sampling techniques”. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 72 (1-2), p. 110-119, 2009b.

Becerra, G. G. “Mitigação de Incertezas através da Integração com Ajuste de Histórico de Produção”. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas, 2007.

Moura Filho, M. A. B. “Integração de Análise de Incertezas e Ajuste de Histórico de Produção”. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas, 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.



Que o verdadeiro Natal seja celebrado por todos os povos e que este seja o espírito durante todo o ano novo que se aproxima. O **Grupo UNISIM** deseja a todos um Feliz Natal e um 2011 repleto de realizações e bênçãos.

Para mais informações, visite

<http://www.dep.fem.unicamp.br/unisim>

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.