

“A metodologia proposta se mostrou viável no processo de redução de incertezas através dos dados observados e tem potencial para aplicação em casos mais complexos.”



Uso de Técnicas de Amostragem na Integração do Processo de Ajuste de Histórico com a Análise de Incertezas

[Célio Maschio](#)

Introdução

O objetivo da integração do processo de ajuste de histórico e análise de incertezas é a redução gradativa de incertezas dos atributos com base nos dados observados. Com isso, os dois processos são realizados simultaneamente, diferentemente do que ocorre com a maneira tradicional onde normalmente esses processos são realizados em etapas distintas obtendo-se um modelo ajustado determinístico. Neste trabalho propõe-se o uso de técnicas de amostragem, tais como Monte Carlo e Hipercubo Latino, para essa integração.

Dentre as técnicas estatísticas de amostragem, o método de Monte Carlo é bastante difundido em diversas aplicações, inclusive na área de Engenharia de Petróleo; porém, a técnica de Hipercubo Latino ainda é pouco difundida nessa área. A diferença básica entre as duas técnicas consiste na forma em que os sorteios são realizados. Através do método de Monte Carlo, são realizados sorteios aleatórios com base em uma distribuição de probabilidades, enquanto que na técnica de Hipercubo Latino, também são realizados sorteios aleatórios, porém dentro de faixas previamente divididas de acordo com a probabilidade. O número de sorteios é diretamente proporcional à probabilidade de cada faixa. Isso minimiza o número de sorteios necessários para representar bem toda a faixa de incertezas.

Metodologia

A metodologia apresentada neste trabalho está inserida no contexto de uma nova abordagem do problema de ajuste histórico integrada com a análise de incertezas. Dentro dessa nova abordagem, Maschio et al. (2009a) apresentaram métodos de redução de incertezas com base nos dados observados. Porém, a composição dos cenários foi realizada através da técnica da árvore de derivação, cuja principal limitação é o crescimento exponencial do número de simulações com o aumento do número de atributos incertos ou do número de níveis na discretização da distribuição de probabilidades dos atributos.

O principal objetivo da metodologia apresentada neste trabalho é viabilizar o processo de integração do ajuste de histórico com a análise de incertezas para casos mais complexos, com maior número de variáveis.

A metodologia foi dividida em duas etapas principais. A primeira delas consiste de um algoritmo de amostragem para a redistribuição de probabilidades com base nos dados observados, desenvolvido por Carvalho (2009). Através deste algoritmo realiza-se uma amostragem do espaço de soluções. A cada iteração, são sorteados n pontos ($n \geq 1$), para os quais são calculadas as diferenças entre os dados simulados e observados, que compõem a função objetivo (FO) e que representa um erro médio entre diversas séries de dados (vazão de água de vários poços, por exemplo). A probabilidade de cada nível de incerteza é recalculada de acordo com o erro em relação ao histórico. Quanto menor o erro, maior a probabilidade e vice-versa.

A segunda etapa consiste na aplicação da técnica de Hipercubo Latino para a realização de sorteios dentro das novas faixas obtidas na Etapa I, isto é, utilizando a nova distri-

buição de probabilidades, para a construção das curvas de incerteza, que representam a qualidade do ajuste dos modelos gerados.

Aplicação

A metodologia foi aplicada inicialmente a um modelo de reservatório com uma configuração geométrica simples com 8 regiões de permeabilidade sendo cada uma delas um atributo incerto (Caso 1). O segundo modelo estudado é um reservatório mais complexo com características reais com 16 atributos incertos (Caso 2, Figura 1), o qual é composto por 3 diferentes tipos rochas (3 facies). Os atributos incertos estudados foram a porosidade, a permeabilidade horizontal e vertical das 3 facies (9 atributos), a transmissibilidade das 4 falhas e o expoente das curvas de permeabilidade relativa à água do modelo de Corey nas 3 facies, totalizando 16 atributos. Em ambos os casos foi utilizada uma distribuição de probabilidades inicial uniforme. Porém, a metodologia pode ser utilizada com qualquer tipo de distribuição como por exemplo, triangular, normal, log-normal, etc.

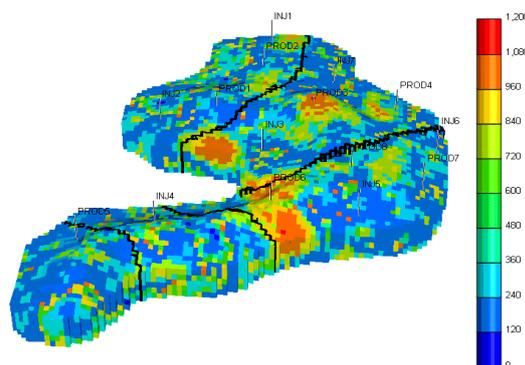


Figura 1: Permeabilidade horizontal (mD) do Caso 2.

Resultados e Discussões

Na Figura 2, pode ser observada a nova distribuição de probabilidades após a aplicação do algoritmo de redistribuição para o Caso 1, que foi utilizada na Segunda Etapa para os sorteios através do Hipercubo Latino. Os valores “-I”, “0” e “I” são os valores codificados dos atributos e representam, nesse caso, as permeabilidades das oito regiões de fluxo do modelo: 1000, 4000 e 7000 mD, respectivamente, os quais são os valores representativos das faixas de incerteza.

Na Figura 3, são apresentados os resultados da aplicação do Hipercubo Latino para o Caso 1. Para a redistribuição de probabilidades foram usadas, nesse caso, 100 simulações. Foi analisada a influência do número de pontos sorteados na curva de incerteza. Pode-se observar que 50 sorteios foram suficientes para representar de forma adequada a curva de incerteza, pois forneceram resultado praticamente idêntico ao obtido com 6561 pontos, equivalentes para esse caso ao número de simulações que seriam necessárias com o uso da árvore de derivação. Quanto mais próximas as curvas de incertezas estiverem da linha vertical que passa pelo zero, melhor o ajuste.

Pós-Graduação:

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

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](#)

“A combinação do método de amostragem para a redistribuição de probabilidades e a técnica de Hipercubo Latino permitiu a análise de casos com maior número de variáveis.”

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 de caracterização de reservatórios;
- > Pesquisador na área de redes neurais e inteligência artificial.

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



Grupo de Pesquisa em Simulação e Gerenciamento de Reservatórios

UNISIM

Depto. 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

Na Figura 4, são apresentadas as curvas de incerteza inicial e após a aplicação da metodologia para o Caso 2. Para esse caso, foram utilizados 1000 pontos para a redistribuição de probabilidades e 300 sorteios pelo Hipercubo Latino. A partir das curvas de incerteza foram selecionados os modelos representativos dos percentis P10 e P90. As curvas de vazão água para um dos poços desses modelos, antes e após a redução de incertezas, estão mostradas na Figura 5. Observa-se uma redução expressiva da faixa entre esses modelos.

Outros resultados e mais detalhes poderão ser vistos na versão completa do trabalho que está em fase de revisão para ser publicado (Maschio et al. 2009b).

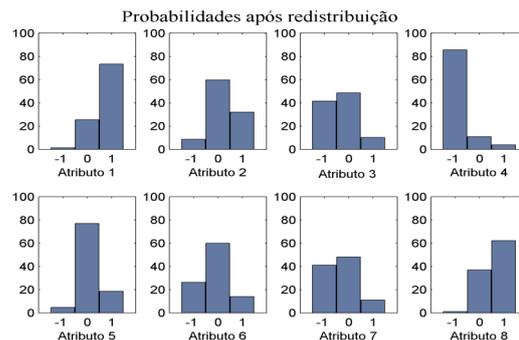


Figura 2: Probabilidades dos 8 atributos do Caso 1 após a aplicação do algoritmo de redistribuição.

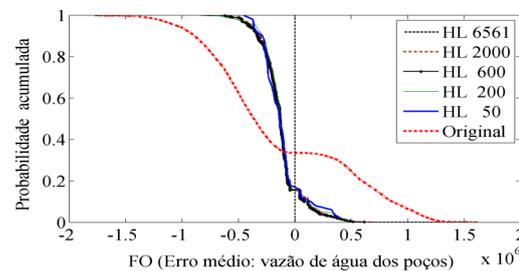


Figura 3: Influência da número de pontos nas curvas de incerteza (Caso 1).

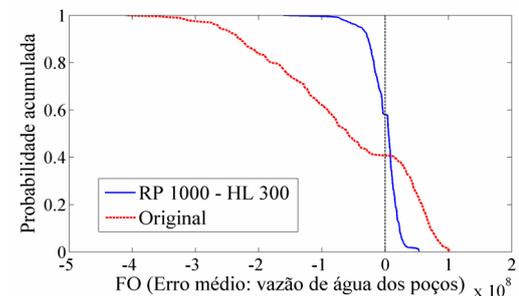


Figura 4: Curvas de incerteza do Caso 2.

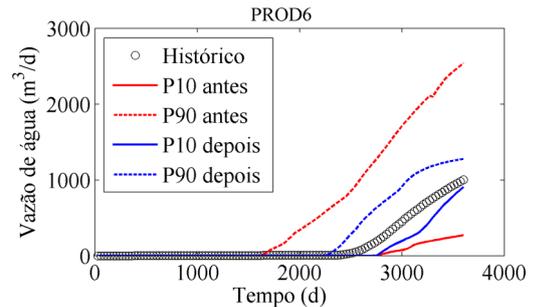


Figura 5: Comparação da vazão de água para um poço do Caso 2 antes e após a redução de incertezas.

Considerações Finais

Foi apresentada uma nova abordagem do problema de ajuste de histórico integrada com a análise de incertezas, permitindo que os dois processos sejam realizados simultaneamente. Através dessa metodologia é possível selecionar modelos representativos (por exemplo, P10 e P90) para estudar o comportamento futuro do reservatório dentro de uma faixa de incerteza reduzida. A combinação do método de amostragem para a redistribuição de probabilidades e a técnica de Hipercubo Latino permitiu a análise de casos com maior número de variáveis. A metodologia proposta se mostrou viável no processo de redução de incertezas através dos dados observados e tem potencial para aplicação em casos mais complexos. Esta nova técnica possibilita também trabalhar no processo de integração entre ajuste e incertezas por etapas, por exemplo, alternando entre ajuste global do campo e ajustes localizados, pois novos atributos podem ser acrescentados durante o processo.

Referências

Carvalho, C. P. V.; Maschio, C.; Schiozer, D. J. “Uma Nova Metodologia para Mitigação de Incertezas Baseada em Dados Históricos Utilizando Técnicas de Amostragem”, aceito para apresentação no 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 5º PDPETRO, a ser realizado no período de 15 a 22 de outubro de 2009, Fortaleza-CE.

Maschio, C.; Schiozer, D. J.; Moura Filho, M. A. B.; Becerra, G. G., 2009a. A Methodology to Reduce Uncertainty Constrained to Observed Data. (SPE-111030) *SPE Reservoir Evaluation & Engineering*, 12 (1), p. 167-180.

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*, 2009b. (em processo de revisão).

Informações sobre o autor:

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

Para mais informações, visite
<http://www.dep.fem.unicamp.br/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.