



“...novas tecnologias, metodologias e software têm uma curva de aprendizado como toda novidade ... é preciso investir um tempo na familiarização dessas ferramentas para obtenção de melhores resultados...”

Interesses Especiais:

[UNISIM](#)

[Publicações UNISIM](#)

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

[UNIPAR](#)

[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](#).

ATW SPE: History Matching: Field Experiences and Lessons Learned

[Denis José Schiozer](#)

Nos dias 29 a 31 de agosto, foi realizado um *workshop* (ATW) da SPE (*Society of Petroleum Engineers*) dividido em quatro partes (*Field Experiences, Integrating Disciplines for HM, Assisted HM, Uncertainty Analysis and its Impact on HM e Unconventional Reservoir and EOR HM*) e uma sessão plenária.

Algumas discussões interessantes foram geradas ao longo do *workshop* e com base nas apresentações, discussões e trabalhos gerados pelo UNISIM nos últimos anos, achei interessante escrever um UNISIM ON-LINE sobre o assunto.

A primeira observação importante é que devido ao grande avanço de *hardware*, *software* de caracterização geológica e *software* de ajuste assistido, há um número grande de pessoas (tomando como base o público presente no *workshop* com experiência em ajuste, pode-se estimar que é um número bem significativo) perdido com tantas opções de metodologias e programas disponíveis.

A segunda observação importante é que novas tecnologias, metodologias e *software* têm uma curva de aprendizado como toda novidade e que é preciso investir um tempo na familiarização dessas ferramentas para obtenção de melhores resultados, tempo nem sempre disponível na vida real e casos práticos. Entretanto, não se pode deixar de aproveitar os benefícios da inovação sob o risco de gerar resultados “subótimos”.

Por outro lado, a utilização de novas ferramentas e metodologias com muita rapidez, simplesmente “apertando botões” e gerando resultados, pode ser igualmente perigoso, com potencial geração de resultados inconsistentes com o problema físico. Assim, é recomendada cautela também neste ponto.

As três observações acima sugerem que treinamento específico nos fundamentos do processo e nas ferramentas disponíveis hoje no mercado podem ser importantes para estudos mais eficientes num futuro próximo.

Parte do *workshop* foi também marcada pela tentativa de achar uma metodologia geral para o problema, o que acho que não deve ser o foco da questão, pois temos problemas únicos e muito diferentes sendo tratados, como por exemplo: um campo marítimo no início de produção, um campo maduro com centenas de poços, um reservatório gigante novo com muitas incertezas ou um campo com injeção de vapor ou polímero com foco no processo físico de recuperação. Casos tão diferentes como estes, necessitam metodologias únicas baseadas nas particularidades dos processos.

Entretanto, o fato de cada reservatório ser único e cada problema diferente dos demais, não impede que se divida os problemas em classes e que sejam

definidos fluxos de trabalho e metodologias claras para cada classe.

No Brasil, acredito que duas dessas classes estão entre as mais importantes: (1) campos mais antigos com longo histórico de produção e, em geral, muitos poços e (2) campos novos com mais incertezas, menor histórico de produção.

Para o primeiro caso, houve uma discussão sobre a validade ou não de utilização de técnicas de ajuste assistido; ficou claro pela opinião dos presentes que devem ser utilizadas técnicas de ajuste assistido com base em calibração local de poços para melhorar a previsão de comportamento de regiões para melhor gerenciamento do campo. Entre as vantagens e desvantagens do processo, predomina a maior probabilidade de sucesso com metodologias assistidas pelo fato de se fazer um grande número de rodadas, investigando um espaço de soluções bem mais amplo do que um ajuste manual. Assistido e não automático, pois a parametrização (escolha dos atributos), limites de incerteza, grau de qualidade de solução para parar o processo, peso relativo entre os ajustes locais, devem ficar por conta do engenheiro e física do problema. Metodologias e programas para ajuste assistido já estão há algum tempo no mercado e sendo mais utilizados ultimamente.

Para o segundo caso, a tecnologia é mais recente e os trabalhos apresentados mostram que o caminho é a integração entre o processo de análise de incertezas e o ajuste de histórico. Na verdade, o processo de ajuste de histórico tradicional “morre” nesse processo, pois dominam as técnicas probabilísticas de previsão de produção (conhecidos, talvez erroneamente, como análise de risco) e a redução das incertezas através do condicionamento aos dados dinâmicos observados.

Neste caso, há pelo menos duas possibilidades de abordagem para o problema. A primeira é a geração de cenários probabilísticos e o descarte de modelos por meio da escolha de critérios de corte com base no valor de afastamento; a previsão é feita utilizando os modelos que passam pelo critério de ajuste. A segunda, forma que estamos buscando no UNISIM e que apresentei no *workshop*, trabalha com a modificação das curvas de distribuição de probabilidade dos atributos incertos, que são modificadas gradativamente ao longo do processo para valores mais próximos do ajuste; embora a implementação seja mais difícil, acreditamos que a solução desta forma é mais consistente com a física do problema. As duas abordagens, entretanto, estão em fase de consolidação; foram provadas para casos mais simples, mas estão sendo testadas e aprimoradas para casos mais complexos e próximos dos casos reais.

Também na aplicação de redução de incertezas



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: 55-19-3521-1220
Fax: 55-19-3289-4916

unisim@dep.fem.unicamp.br

“O ajuste é feito para melhorar a qualidade do modelo para ser usado no processo de tomada de decisão; portanto, a ferramenta e qualidade do ajuste devem se adequar a esse objetivo.”

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](#).

através de dados observados, deve-se observar que a parte mais importante do processo é a parametrização, pois nenhuma técnica estatística faz milagre e nem deve fazer. Por exemplo, se a solução para o problema está fora do intervalo de busca dos atributos, deve-se voltar ao modelo geológico e rever o processo de caracterização para tornar o modelo mais consistente com o histórico.

Dois outros assuntos importantes foram debatidos pelo grupo. O primeiro é o uso de metamodelos (*proxy models*) nos processos acima e o segundo é o uso de sísmica 4D no processo de ajuste.

Metamodelos têm sido muito utilizados nos últimos anos como ferramenta de apoio em processos que envolvem múltiplas realizações. O uso mais frequente e provado é na quantificação de risco onde o metamodelo serve como um “interpolador” para minimizar o número de simulações possibilitando que o comportamento do reservatório seja previsto pelo metamodelo através da interpolação entre simulações já realizadas. Os métodos mais utilizados são planejamento estatístico (ou de experimentos) e redes neurais. Pelo sucesso dos metamodelos neste tipo de solução, buscou-se ampliar o uso desta ferramenta para outras atividades e surgiu como aplicação natural no processo estatístico de redução de incertezas com dados de histórico.

Entretanto, três observações foram feitas pelo grupo: (1) cuidado na utilização de metamodelos para outras atividades (como previsão de produção), (2) necessidade de um número significativo de simulações para gerar e validar os metamodelos (e dúvida se esse número já não seria suficiente para resolver o problema de outra forma) e (3) complexidade adicional do fluxo de trabalho com a inclusão de metamodelos. As três discussões foram marcadas por pontos a favor e contra e, aparentemente, este é um assunto que demandará estudos futuros para se consolidar o uso com e sem metamodelos. O ponto importante da discussão é que com ou sem metamodelo, a solução do problema é possível, sendo afetada apenas a eficiência e rapidez com que se busca resolver o problema.

Pouco se discutiu por dificuldade de tempo, mas com potencial para estudos futuros, o uso de metamodelos mais sofisticados como simulações mais grosseiras, *surrogate models*, linhas de fluxo entre outros.

A discussão sobre integração com a sísmica 4D também foi prejudicada pela falta de tempo e poucas apresentações sobre o assunto mas entre elas um estudo de sucesso na Petrobras. As aplicações parecem ainda baseadas na experiência de cada empresa ou grupo e com uso bem particular de cada caso específico. Tentativas de generalização de uma metodologia quantitativa e assistida ainda estão em fase de consolidação, mas isso não foi

muito discutido e mereceria um ATW específico para o assunto.

Finalmente, gostaria de acrescentar um item de problemas comuns identificados em estudos de casos como os apresentados no *workshop* e em trabalhos de literatura e práticos. Muitos desses problemas são causados pela urgência de se gerar resultados, mas do ponto de vista de estruturação de metodologias, devem ser tratados e minimizados. Alguns deles podem ser listados abaixo como recomendações ou alertas (a maioria foi comentada no *workshop*, mas acrescentei alguns por minha conta e risco):

- Cada estudo deste tipo deve ter um objetivo claro e bem definido. O ajuste é feito para melhorar a qualidade do modelo para ser usado no processo de tomada de decisão; portanto, a ferramenta e qualidade do ajuste devem se adequar a esse objetivo.
- Cuidado com a confiabilidade e precisão dos dados dinâmicos usados para a calibração do modelo.
- Não se deve esquecer da física do problema.
- Não superestime o uso de metamodelos.
- Parte mais importante do processo de ajuste ainda é a caracterização sobre incertezas e consequente parametrização do problema.
- Deve-se ter muito cuidado com a escolha de atributos no processo de integração de incertezas e ajuste. Há atributos que não influenciam o modelo no passado (e por isso poderiam ser descartados no processo de ajuste), mas que têm grande influência no futuro (previsão de produção). Estes atributos não podem ser cortados do processo!
- Para problemas muito complexos, deve-se usar o bom senso para solução em processos iterativos através da divisão do problema em etapas em ordem de prioridade.
- Cuidado com a definição da função objetivo em processo assistidos.
- Procure sempre um balanceamento entre:
 - Tempo de simulação e precisão dos resultados;
 - Número de simulações e qualidade dos resultados;
 - Tempo para gerar os metamodelos e economia de tempo na solução do problema;
 - Tempo do usuário e de computação;
 - Ajuste global e local.

Muitos outros detalhes foram tratados no ATW, mas espero ter conseguido passar algumas dicas úteis, principalmente para quem está começando a trabalhar com o problema.

Informações sobre o autor:

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.