

“Este método combina vantagens dos métodos Hiper-cubo Latino e Árvore de Derivação.”

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](#).

Nova Proposta para Obtenção da Curva de Risco

Denis José Schiozer

Introdução

A primeira etapa de uma análise de decisão ligada ao desenvolvimento de campos de petróleo é avaliar o risco através da obtenção da curva de risco. Vários métodos podem ser usados para combinar os cenários estatísticos gerados a partir das incertezas dos atributos geológicos, econômicos ou outros. Os mais conhecidos são: árvore de probabilidades ou árvore de derivação (AD), Monte Carlo (MC) e mais recentemente o Hiper-cubo Latino (HCL).

O método da árvore de derivação tem algumas vantagens: é adequado para atributos discretos, apresenta facilidade para geração de cenários e para aplicação em problemas de análise de decisão (como o cálculo do valor de informação). Entretanto, não é adequado para casos com muitos atributos incertos devido ao grande número de cenários gerados para estes casos, embora isto possa ser minimizado por uma análise de sensibilidade com a escolha apenas dos atributos mais importantes que geralmente leva a bons resultados.

O método de Monte Carlo não é, em geral, aplicado diretamente a problemas envolvendo simulações, pois demanda muitos cenários para representar bem o problema. Por isso, este método é combinado com um metamodelo ou *proxy*. A ideia é simular alguns cenários estatisticamente escolhidos pela técnica de planejamento estatístico e gerar o metamodelo, que é basicamente uma superfície de resposta (polinômio) que interpola os resultados a partir dos cenários simulados. Com os metamodelos, o método MC passa a ser viável.

Recentemente, Risso *et al* (2009) mostraram que o método HCL é também uma boa alternativa pois consegue reproduzir os mesmos resultados que os métodos anteriores com menor número de simulações. Este método basicamente divide os atributos em faixas realizando um número de sorteios dentro de cada faixa, proporcional à probabilidade de cada faixa.

Risso *et al* (2009) mostraram também que os três métodos acima podem ser utilizados desde que respeitadas as regras de cada um, sendo que simplificações do processo podem ser usadas em cada caso para viabilizar a análise de risco para casos reais.

Baseado nestes resultados, surgiu a ideia de testar um método ainda mais simples, combinando os métodos HCL e AD. A mesma ideia do método HCL é usada para os sorteios, mas dentro de

cada faixa apenas o ponto central representa o nível escolhido (como na AD). Este método combina vantagens dos métodos HCL e AD, principalmente com a discretização dos atributos gerando sempre os mesmos valores para as simulações, permitindo a montagem e a análise do problema de forma mais simples.

Outra grande vantagem é a adaptação dos programas que usam a AD como o UNIPAR onde a geração dos cenários a partir da AD é o ponto de partida para o método, mas ao invés de simular todos os cenários, apenas um número limitado de cenários é gerado e simulado.

Testes Iniciais

Para testar a ideia, foi montado um caso com 6 atributos que são representados por funções discretas com probabilidade 20%, 60% e 20% respectivamente para os níveis pessimista, provável e otimista. A função-objetivo é um polinômio quadrático, semelhante a um metamodelo gerado por planejamento estatístico (Risso *et al*, 2008). A montagem da AD neste caso leva a 729 cenários (3^6).

Resultados

Foram feitos testes com o método proposto, utilizando 10, 50, 100, 200, 300 e 500 cenários estatísticos e os resultados estão apresentados na Figura 1.

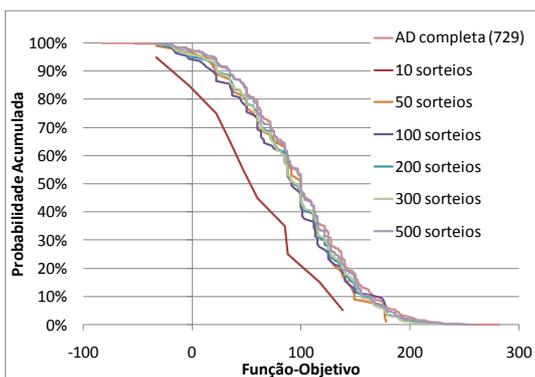


Figura 1: Curva de risco para o caso testado.

Pode-se observar que os resultados são bons, quando comparados com a AD completa, a partir de 100 valores sorteados. Até o caso com 50 sorteios apresenta resultados satisfatórios se o objetivo é apenas quantificar o risco a partir de P10, P50 e P90 (percentis normalmente utilizados para representar a FO otimista, provável e pessimista).

Com base nesses resultados, pode-se concluir que para este caso, pode-se escolher 100 cenários entre os 729 e através da combinação esta-



Grupo de Pesquisa em Simulação e Gerenciamento de Reservatórios

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

Tel: 55-19-3521-3359

Fax: 55-19-3289-4999

unisim@dep.fem.unicamp.br

Notícias:

• [UNICAMP e Petrobras assinam Protocolo de Intenções sobre Centro de Referência em Carbonatos, com foco nas áreas Engenharia de Reservatórios, Geoengenharia, Geologia e Geofísica de Petróleo \(em parceria com outras universidades brasileiras\).](#)

Teses e Dissertações:

- Ivan José Martins Costa (mestrado)

Título: Valor da Informação Aplicada em Campo de Gás Natural.

Data: 12/02/2010

- Débora Ferreira Bento (mestrado)

Título: Influência de Restrições Operacionais na Definição da Estratégia de Produção do Campo de Petróleo.

Data: 26/03/2010

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](#).

tística proposta, a curva de risco pode ser gerada com boa resolução. Caso uma precisão maior seja necessária, resultados a partir de 300 cenários são praticamente idênticos à AD completa.

Desta forma, para casos com mais de 5 atributos, as mesmas 100 simulações podem ser feitas para representar o problema deixando o número de cenários fixo e independente do número de atributos.

Foram testados ainda mais 2 casos: um com alteração das probabilidades para 10%, 80% e 10% (para os níveis pessimista, provável e otimista dos atributos) e outro com probabilidades 30%, 40% e 30%. Ambos tiveram qualidade dos resultados muito semelhantes ao caso inicial.

Aplicação – Campo de Namorado Modificado

O mesmo procedimento foi testado para gerar o VPL do campo de Namorado modificado (usando metamodelos) e os resultados para 2 realizações estão mostrados nas Figuras 2 e 3 (a diferença entre as duas é apenas a combinação de números aleatórios usados para gerar os cenários). Também foram considerados 6 atributos onde a AD completa fez 729 cenários. Pode-se

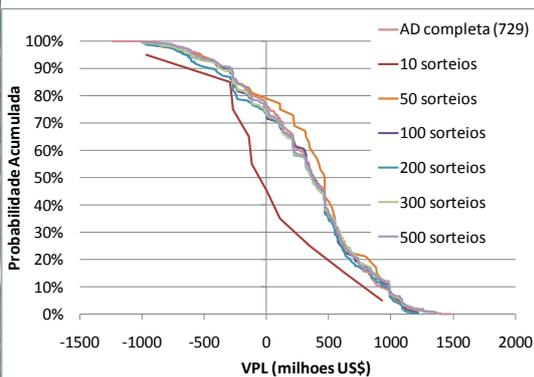


Figura 2: Curva de risco de VPL - campo de Namorado modificado - Realização 1.

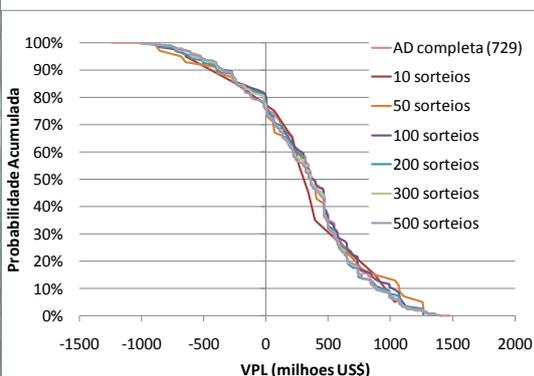


Figura 3: Curva de risco de VPL - campo de Namorado modificado - Realização 2.

observar o mesmo comportamento do caso inicial de teste. Acima de 100 cenários, os resultados são muito bons. Para 10 e 50 sorteios, os resultados são dependentes dos valores sorteados (resultados diferentes para as 2 realizações). Portanto, recomenda-se que se use pelo menos 100 simulações para maior confiabilidade no processo. O número ideal está sendo estudado após testes com outros casos.

Considerações finais

Com a implementação de um método deste tipo, o usuário pode inicialmente selecionar o número de simulações que deseja fazer, ficando a análise limitada a um número próximo de 100 simulações (podendo ser até menos para casos com simulações demoradas ou casos específicos). Como a qualidade dos resultados é proporcional ao número de simulações, um método gradual pode ser implementado no futuro para se fazer um número crescente de simulações até estabilizar os resultados.

Outra grande vantagem do método é a possibilidade de utilização de um maior número de níveis de discretização para atributos importantes. No método da AD, o número de simulações seria muito grande, mas com este método proposto, o número seria o mesmo. Por exemplo, com 6 atributos e 5 níveis, são necessárias 15625 simulações; com este método, as mesmas 100 a 300 simulações são necessárias.

Novos testes estão sendo realizados com casos já estudados no UNISIM, diretamente com simulação para validar os resultados iniciais obtidos. Se forem confirmados os resultados, o método proposto será implementado no UNIPAR.

Referências Bibliográficas

Risso, F. V. A.; Risso, V. F.; Schiozer, D. J.: "Risk Assessment of Oil Fields Using Proxy Models: A Case Study", Journal of Canadian Petroleum Technology, pp. 9-14, vol. 47, agosto, 2008.

Risso, F. V. A.; Risso, V. F.; Schiozer, D. J.: "Applications of Latin Hypercube Technique in Risk Analysis", Journal of Canadian Petroleum Technology, 2009. (artigo em revisão – ainda não publicado).

Informações sobre o autor:

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

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.