

“O método Hipercubo Latino apresenta grande potencial de aplicação, podendo ser aplicado tanto com simulação, quanto combinado com metamodelos, independentemente do número de atributos e níveis de discretização.”



Aplicação da Técnica do Hipercubo Latino na Análise de Risco

[Fernanda Vaz Alves Risso](#) e [Valmir Francisco Risso](#)

Ao longo dos últimos anos o grupo UNISIM vem trabalhando com a consolidação da metodologia da árvore de derivação para a quantificação do risco. Essa metodologia apresenta bons resultados como mostrados em diversos trabalhos publicados, mas tem algumas limitações, principalmente quanto ao crescimento exponencial do número de simulações com o aumento do número de atributos incertos ou número de níveis de discretização dos atributos; isso pode tornar inviáveis estudos com mais de 7 atributos.

Diversas publicações mostram a utilização do método de Monte Carlo neste tipo de problema. O método baseia-se na geração de números aleatórios, tomando por base as premissas e as distribuições associadas às variáveis de entrada, bem como a relação entre as mesmas. Entretanto, o número de simulações também é crítico nesse caso, devido ao elevado número de simulações necessárias para que se tenha uma boa distribuição, já que com poucos sorteios é difícil que isso ocorra; por isso, essa técnica é normalmente usada com metamodelos (proxy models) que são substitutos rápidos do simulador. Este tipo de procedimento também mostra bons resultados, mas pode apresentar dificuldades em casos complexos em que os metamodelos não tenham boa resolução.

Procurando uma metodologia que minimize essas limitações, foi incorporado ao processo de análise de risco o método de Hipercubo Latino. O método seleciona valores aleatoriamente de forma dependente. Tal método divide a distribuição em intervalos com probabilidades iguais de sorteio e seleciona um valor aleatório pertencente a cada um dos intervalos. Este método é pouco utilizado se comparado aos outros métodos, pois poucos trabalhos utilizando esta técnica foram encontrados na literatura.

O método de Hipercubo Latino é melhor para a reprodução das distribuições de probabilidade escolhidas para as variáveis de entrada e, conseqüentemente, para o cálculo de estatísticas geradas pela simulação, uma vez que o intervalo da distribuição é utilizado de maneira mais equânime e consistente.

Diferentemente do método de Monte Carlo, o método de Hipercubo Latino força a distribuição dos sorteios nas faixas determinadas pelo usuário, tor-

nando a distribuição regular independente do número de sorteios, como mostram as Figuras 1 e 2.

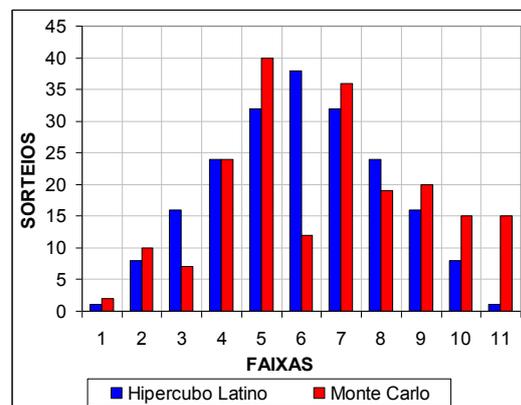


Figura 1: Exemplo de distribuição triangular para os métodos MC e HCL com 200 sorteios

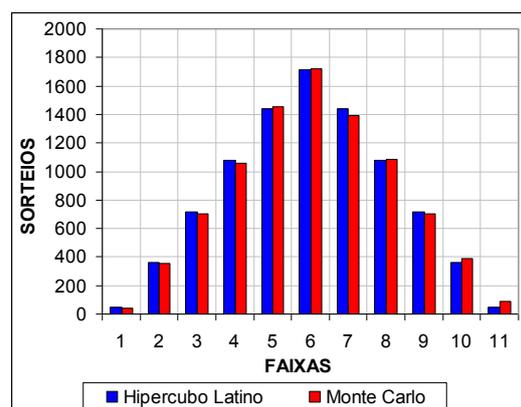


Figura 2: Exemplo de distribuição triangular para os métodos MC e HCL com 3000 sorteios

Com base nestas informações, foram testados três métodos: Árvore de Derivação (AD), Monte Carlo (MC) e Hipercubo Latino (HCL). Com isso foi possível comparar as metodologias. O objetivo principal foi verificar a influência do número de sorteios na obtenção das curvas de risco. Foram testados 3 tipos de sorteios: (1) 200 sorteios (2) 3000 sorteios e (3) 9000 sorteios.

A aplicação apresentada aqui foi realizada em um modelo sintético, mas testes semelhantes já estão sendo feitos em casos mais complexos. Foram estudados 4 atributos: porosidade, permeabilidade horizontal e vertical e espessura porosa (maiores informações sobre o modelo de simulação, podem ser encontradas na dissertação de mestrado de Becerra, 2007). Para a obtenção da curva de risco,

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](#)

“O método Hipercubo Latino é preciso para a reprodução das distribuições de probabilidade, uma vez que o intervalo da distribuição é utilizado de maneira mais equânime e consistente.”

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;
- > 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

utilizando a Árvore de Derivação, foram necessárias 81 simulações, já para os métodos de Monte Carlo e Hipercubo Latino foram utilizados metamodelos gerados por planejamento estatístico (Box Behnken), sendo necessárias 25 simulações. As curvas de risco da função-objetivo VPL para o método de Monte Carlo podem ser observadas na Figura 3 e para o Método de Hipercubo Latino na Figura 4. Os dois métodos foram comparados com a árvore de derivação.

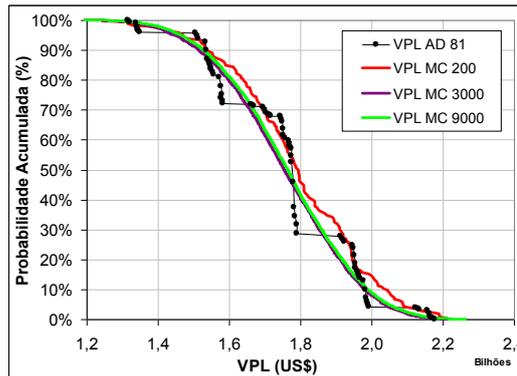


Figura 3: Curvas de risco de VPL para MC e AD

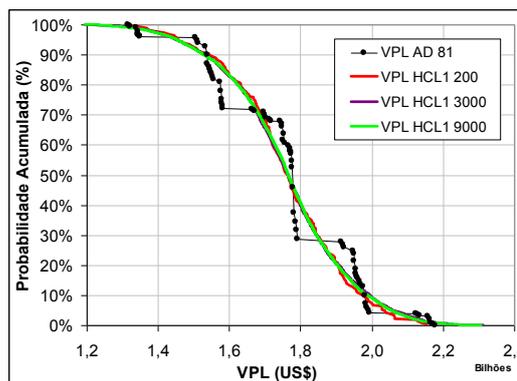


Figura 4: Curvas de risco de VPL para HCL e AD

Para efeito de comparação, no método da árvore de derivação para 8 atributos seriam necessárias 6561 simulações, enquanto que para o método do Hipercubo Latino continuariam sendo necessárias somente 200 simulações. Outro problema da árvore de derivação para o uso de poucos atributos com poucos níveis (como no caso das Figuras 3 e 4) é a obtenção de uma curva de risco irregular (com saltos ao longo da curva).

Para o método de Monte Carlo a variação no número de sorteios teve impacto na qualidade das curvas de risco. Esse comportamento é uma característica do método e com isso conclui-se que o método é eficaz, mas não é eficiente. Com isso o método é recomendado para casos com muitos sorteios, o que torna o processo inviável para ser utilizado somente com simulação, a recomendação é que seja adotado somente se combinado com metamodelos.

Para o método de Hipercubo Latino o número de sorteios não apresentou alteração nos resultados, pois a curva obtida com 200 sorteios foi muito próxima da curva obtida com 9000 sorteios. Esse comportamento é uma característica do método que força o número de sorteios em cada faixa estudada. Com isso, conclui-se que o método é eficiente e pode ser adotado mesmo quando forem gerados poucos sorteios, podendo ser utilizado somente com simulação ou combinado com metamodelos.

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que o método Hipercubo Latino apresenta grande potencial de aplicação, podendo ser aplicado tanto com simulação, quanto combinado com metamodelos, independentemente do número de atributos e níveis de discretização.

Referências

- A User's Guide to LHS: Sandia's Latin Hypercube Sampling Software, 1998.
Becerra, G. G., "Mitigação de Incertezas através da Integração com Ajuste de Histórico de Produção". Dissertação de mestrado, Unicamp, 2007. ([http://www.unisim.dep.fem.unicamp.br/publicacoes/mestrado GustavoBecerra.pdf](http://www.unisim.dep.fem.unicamp.br/publicacoes/mestrado_GustavoBecerra.pdf))

Informações sobre os autores:

Fernanda Vaz Alves Rizzo é pós-doutoranda em Engenharia de Petróleo e pesquisadora do Grupo UNISIM desde dezembro de 2004.

Valmir Francisco Rizzo é doutor em Engenharia de Petróleo e pesquisador do Grupo UNISIM desde agosto de 2000.

Para maiores 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.