

“As redes neurais artificiais consistem em um método de solucionar problemas de inteligência artificial, construindo um sistema que tenha circuitos que simulem o cérebro humano, inclusive seu comportamento, ou seja, aprendendo, errando e fazendo descobertas.”

#### 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](#).

## Aplicação da Técnica do Hipercubo Latino no Treinamento de Redes Neurais na Análise de Risco de Campos de Petróleo

[Fernanda Vaz Alves Risso](#)

### Introdução

As redes neurais artificiais consistem em um método de solucionar problemas de inteligência artificial, construindo um sistema que tenha circuitos que simulem o cérebro humano, inclusive seu comportamento, ou seja, aprendendo, errando e fazendo descobertas.

A técnica do Hipercubo Latino, que pode ser utilizada no treinamento das redes neurais, 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 ao método de Monte Carlo; poucos trabalhos utilizando esta técnica foram encontrados na literatura (Risso *et al.* 2010) mas os resultados apresentados nas teses no UNISIM mostraram-se bastante satisfatórios.

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia de geração de metamodelos a partir do uso dos sorteios do Hipercubo Latino no treinamento de redes neurais na Análise de Risco.

### Metodologia

A metodologia é dividida em três etapas principais: treinamento das redes neurais, método do Hipercubo Latino e construção das curvas de risco.

### Rede Neural

A rede neural foi construída com 3 camadas, duas ocultas e uma de saída.

Após o treinamento da rede foi possível utilizá-la a fim de gerar os metamodelos. Para checar a consistência dos metamodelos gerados foi realizada uma comparação dos valores obtidos pelo metamodelo gerado a partir da rede e os valores obtidos pelo simulador, construindo-se gráficos de correlação cruzada entre os resultados preditos e simulados.

Para gerar os metamodelos foi utilizada a rede neural *BackPropagation* e para o treinamento da rede foram utilizados sorteios gerados pelo método do Hipercubo Latino, foram utilizados 15, 20, 30, 40 e 50 sorteios (modelos de simulação).

No estudo foram utilizados 6 atributos críticos, discretizados em 3 níveis, sendo necessárias 729 simulações ao se utilizar a metodologia da árvore de derivação, a qual é utilizada como referência na comparação das curvas de risco.

Para a execução do processo de treinamento da rede neural e geração dos metamodelos foi desenvolvido um algoritmo em Matlab.

### Hipercubo Latino

O método de Hipercubo Latino é caracterizado pela divisão da faixa de incertezas em sub-regiões e em cada uma destas regiões são realizados sorteios, que diferentemente do método de Monte Carlo,

força que o número de sorteios esteja na faixa correspondente a ser analisada.

### Curvas de Risco

As curvas de risco podem ser geradas tanto pela técnica da Árvore de Derivação com simulação (referência para esse caso pois é uma das técnicas utilizadas pelo grupo) ou com metamodelos. Estas curvas são úteis no processo de tomada de decisões, pois permitem quantificar os valores otimistas, prováveis e pessimistas dos projetos (P10, P50 e P90).

### Aplicação

A metodologia foi aplicada a um caso composto por um campo marítimo da Bacia de Campos com modificações. Basicamente, o reservatório é formado por um arenito turbidítico confinado por falhas, sendo dividido em três blocos e apresentando boas características de porosidade e permeabilidade.

No estudo foram utilizados 6 atributos críticos: contato óleo-água, permeabilidade relativa, permeabilidade horizontal (absoluta), porosidade, modelo estrutural e *netpay*.

### Resultados

As Figuras 1 e 2 apresentam a correlação cruzada entre os valores de VPL obtidos com os metamodelos gerados pela rede neural e os valores obtidos com a simulação. A Figura 1 contém 40 pontos (sorteios Hipercubo Latino), que foram os pontos usados para a gerar o metamodelo, enquanto que a Figura 2 contém 729 pontos que correspondem a todas as combinações dos 3 níveis dos 6 atributos (3<sup>6</sup> combinações) resultantes da árvore de derivação.

Pode-se observar, pelo valor do coeficiente de regressão, tanto para os casos com sorteios do Hipercubo Latino (pontos variáveis) quanto para os com 729 pontos, que há uma boa correlação entre os dados.

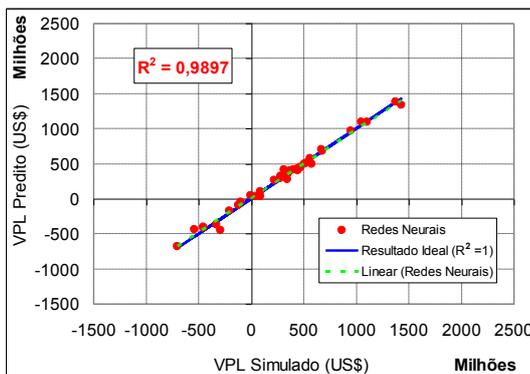


Figura 1: Correlação cruzada entre os resultados obtidos com o metamodelo gerado por redes neurais e os resultados obtidos com simulação de 40 pontos para a função objetivo VPL.



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](mailto:unisim@dep.fem.unicamp.br)



“A técnica do Hiper-cubo Latino 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.”



**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](#).

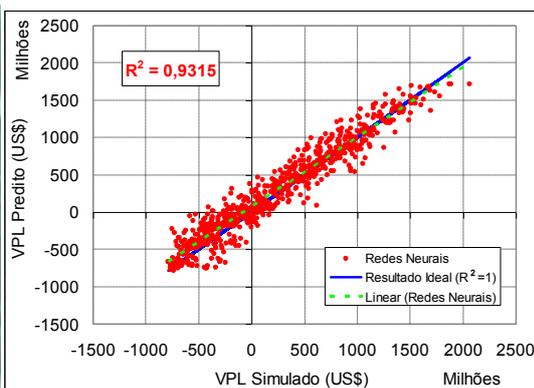


Figura 2: Correlação cruzada entre os resultados obtidos com o metamodelo gerado por redes neurais e os resultados obtidos com simulação de 729 pontos para a função objetivo VPL .

Na Figura 3 pode-se observar as curvas de risco para a função-objetivo VPL. Todas as curvas possuem 729 pontos. O que diferencia uma da outra é o número de simulações (pontos) utilizados na geração do metamodelo através do treinamento das redes neurais.

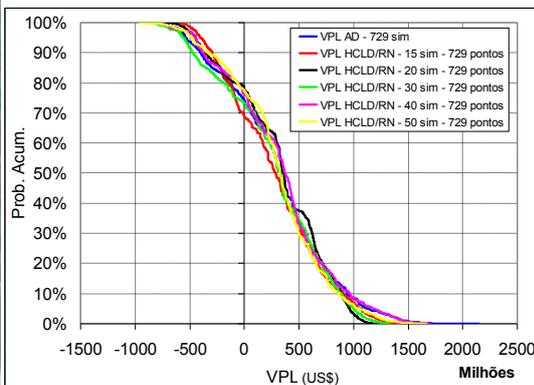


Figura 3: Curva de risco para a função objetivo VPL .

Observa-se que quanto mais pontos forem utilizados no treinamento da rede melhores serão os resultados mas que mesmo com poucos valores de treinamento, os resultados são bons. No caso estudado os melhores resultados foram obtidos com 40 e 50 sorteios, mas todas as curvas de risco podem ser utilizadas para estudos preliminares, em que não é necessário realizar as 729 simulações, sendo 15 simulações suficientes para gerar a curva de risco.

Quanto mais precisão se deseja, maior deve ser o número de pontos utilizados no treinamento da rede neural. Os metamodelos gerados pela rede neural são eficientes e mantêm a precisão dos resultados. Com isso foi possível reduzir de 729 simulações para 15, uma redução de 98% no número de simulações (embora no caso da árvore de deri-

vação também seja possível diminuir o número de simulações pela adição gradativa de atributos).

**Considerações Finais**

Analisando os resultados, é possível concluir que os metamodelos gerados pela rede neural apresentam bons resultados. A técnica de sorteio Hiper-cubo Latino distribui bem os pontos de treinamento; essa é uma das etapas mais críticas para que se tenha uma boa confiabilidade nos metamodelos gerados pela rede neural.

A utilização de metamodelos gerados por redes neurais combinado com o método de Hiper-cubo Latino apresentou excelentes resultados, pois as curvas com menos de 50 simulações ficaram muito próximas da curva com 729 simulações. Com isso, conclui-se que para este caso o método é eficaz e eficiente e pode ser adotado mesmo quando forem gerados poucos sorteios, mesmo com muitos atributos (independe do número de atributos e níveis de discretização).

Para a maioria das funções objetivo estudadas observou-se uma boa correlação entre os dados. Pode-se observar também que a utilização da matriz do Hiper-cubo Latino para treinar a rede resultou em um metamodelo eficiente, apresentando resultados confiáveis e uma ótima redução no número de simulações.

Este tipo de técnica tende a ser ainda mais interessante em casos com mais atributos incertos e com atributos discretizados em maior número de níveis. Além da utilização de metamodelos gerados por redes neurais o grupo UNISIM vem estudando também outros métodos de redução no número de simulações, como por exemplo, metamodelos gerados por planejamento estatístico, utilização da análise de sensibilidade para a seleção de atributos críticos, adição gradativa de atributos, métodos de Monte Carlo, Hiper-cubo Latino e Hiper-cubo Latino Discreto.

**Referências Bibliográficas**

RISSO, V. F., RISSO, F. V. A., SCHIOZER, D. J., “Aplicação da Técnica do Hiper-cubo Latino no Treinamento de Redes Neurais na Análise de Risco de Campos de Petróleo”, Rio Oil & Gas, Rio de Janeiro, 2010.

**Informações sobre o autor:**

Fernanda Vaz Alves Risso é doutora em Engenharia de Alimentos pela UNICAMP e é pesquisadora do UNISIM desde dezembro de 2004.

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.