



# UNISIM ON-LINE



## Aplicação da Metodologia de Busca Dispersa ao Problema do Ajuste de Histórico

[Sergio Henrique Guerra de Sousa](#)

### O que é o Ajuste de Histórico

Os modelos numéricos de simulação de fluxos multifásicos em reservatórios de petróleo são ferramentas essenciais para a tomada de decisão em projetos de E&P. Para que um estudo de simulação tenha sucesso, é fundamental que os dados simulados sejam compatíveis com a realidade do reservatório. Uma das formas de garantir este acoplamento é calibrar o modelo numérico de forma que ele reproduza o desempenho passado do reservatório. Espera-se que o ajuste gere modelos de previsão mais confiáveis.

### Conceitos de Otimização

#### Otimização Combinatória

Na otimização combinatória, cada variável de otimização é modelada como um conjunto finito de valores prováveis. Variáveis contínuas precisam ser discretizadas para realizar uma otimização combinatória. Uma solução, chamada de vetor-solução, é formada pela composição de valores específicos para cada uma das variáveis de otimização. O número total de vetores-solução, chamado de espaço de soluções, é dado pela multiplicação do número de elementos em cada variável de otimização (Figura 1).

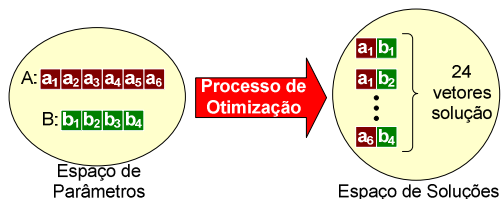


Figura 1: Espaço de soluções combinatorial

### Heurísticas e Metaheurísticas

Dois importantes objetivos a serem atingidos ao desenvolver algoritmos é que estes tenham uma prova matemática de que sejam eficientes e também que consigam encontrar soluções boas ou ótimas em toda execução. Muitos problemas de engenharia não possuem algoritmos com tais características. Nestes casos, um ou ambos os objetivos acima são relaxados gerando um algoritmo dito heurístico (ou aproximado).

As metaheurísticas são algoritmos estruturados usados em otimização que visam guiar heurísti-

cas locais na superação de ótimos locais.

As metaheurísticas têm recentemente obtido grande sucesso na resolução de problemas de otimização combinatória e este fato motivou seu uso na resolução do problema do ajuste de histórico.

### Métodos de Busca Direta

A busca direta consiste em usar apenas o valor da função objetivo para guiar a busca para soluções otimizadas. Esta é a única abordagem possível quando a avaliação de derivadas é impraticável ou impossível.

### Busca Dispersa

A Busca Dispersa (BD) é um método híbrido no sentido que herda alguns de seus mecanismos dos algoritmos evolutivos e outros da Busca Tabu (BT). Como qualquer algoritmo evolutivo, a BD possui uma população de vetores-solução, muito embora esta população seja bem menos numerosa que em seus pares. No contexto da BD a população é chamada de Conjunto de Referência ("Reference Set").

Novos vetores-solução são gerados a partir da combinação linear de duas soluções presentes no conjunto de referência. O melhor vetor-solução, conforme especificado pela avaliação da função objetivo, é então submetido a um processo de otimização de busca direta, e a solução otimizada é inserida no conjunto de referência.

Para evitar a ciclagem do método, uma lista de soluções tabu é mantida de forma que cada par de soluções de referência usadas na geração de novos vetores-solução seja único no decorrer do algoritmo. Maiores detalhes sobre a metodologia BD podem ser vistos nas referências.

### Ajuste via Busca Dispersa

Para aplicar a metodologia da BD ao problema do ajuste de histórico, foi necessário modelar o problema como um de otimização combinatória. Em linhas gerais, foi necessário:

- Definir um conjunto de parâmetros de ajuste.
- Estabelecer os limites de variação dos parâmetros.

"Para que um estudo de simulação tenha sucesso, é fundamental que os dados simulados sejam compatíveis com a realidade do reservatório."

### Interesses especiais:

- [Publicações UNISIM](#)
- [Portal de Simulação de Gerenciamento de Reservatórios](#)
- [UNIPAR](#)
- [STEP](#)
- [Edições anteriores](#)

### Outros links:

- [Unicamp](#)
- [Cepetro](#)
- [DEP](#)
- [FEM](#)

“Ao final do processo, o conjunto de referência conterá as melhores soluções encontradas durante a execução do método.”

**Oportunidade:**

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
- Gerente Executivo para Rede Temática de Pesquisa em Simulação e Gerenciamento de Reservatórios
- Estagiário de Informática

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



Grupo de Simulação de Fluxo em Meios Porosos

**UNISIM**

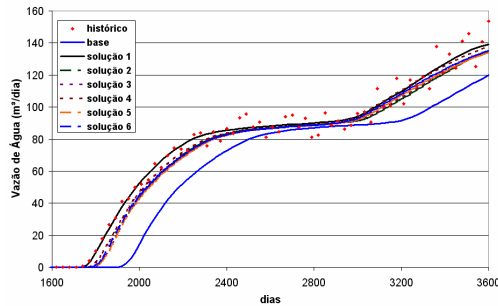
Depto. Eng. Petróleo  
 Fac. Eng. Mecânica  
 Univ. Estadual de Campinas  
 Campinas-SP

Tel: 55-19-3521-3359  
 Fax: 55-19-3289-4999  
 Email:

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

- Definir o número de níveis discretos de cada parâmetro.
- Definir uma função objetivo capaz de avaliar a qualidade do ajuste de diferentes combinações de valores dos parâmetros.

Ao final do processo, o conjunto de referência



**Figura 2: Exemplo de soluções do conjunto de referência**

conterá as melhores soluções encontradas durante a execução do método. Observe na Figura 2 como ficou o ajuste das 6 soluções de referência para um dos poços ajustados nos trabalhos citados nas referências. Os pontos vermelhos são os dados de histórico, a curva azul é o ajuste do caso base e a curva sólida preta é a melhor solução obtida.

**Discussão e Conclusões**

A metodologia da Busca Dispersa se mostrou bastante adequada para o problema do Ajuste de Histórico. Em primeiro lugar, o conjunto de referência final contém, potencialmente, diversas soluções otimizadas, o que combina com a característica de múltiplas soluções do problema do ajuste de histórico. Adicionalmente, a inclusão de uma solução otimizada no conjunto de referência a cada nova iteração do método permite o uso interativo do método, compatível com uma abordagem de ajuste assistido.

O desempenho do algoritmo, medido em número de simulações de fluxo, é dependente da complexidade do espaço de soluções gerado pela escolha dos parâmetros de ajuste e do número de níveis definido para cada parâmetro. A complexidade do espaço pode ser reduzi-

da limitando o número de parâmetros de ajuste e/ou diminuindo o número de níveis discretos de parâmetros. O custo da redução de complexidade do espaço de soluções é a diminuição da qualidade das soluções obtidas, por isso um balanço entre desempenho e qualidade precisa ser planejado.

Quando uma parametrização não é conhecida para o problema, a metodologia pode ser usada em diversas etapas estabelecendo objetivos locais de ajuste.

Como evolução deste trabalho, pretende-se estudar o uso de meta modelos, ou seja, substitutos rápidos para a simulação de fluxo, para obter uma maior exploração do espaço de soluções. Algumas características importantes para qualquer meta modelo utilizado são: (1) o custo de geração do meta modelo deve ser pequeno em relação ao uso direto da simulação de fluxo e (2) o meta modelo deve poder ser atualizado com novas informações vindas de simulações de fluxo sem que seja necessário refazer simulações passadas.

**Referências**

Sousa, S. H. G., Maschio, C. e Schiozer, D. J.: "Solving the History Matching Problem With the Scatter Search Metaheuristic", XXVII CILAMCE, Setembro, 2006.  
 Sousa, S. H. G., Maschio, C. e Schiozer, D. J.: "Applying the Scatter Search Meta-Heuristic to the History Matching Problem", Rio Oil and Gas, Setembro, 2006.  
 Sousa, S. H. G., Maschio, C. e Schiozer, D. J.: "Scatter Search Metaheuristic Applied to the History-Matching Problem", SPE 102975, SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Setembro, 2006.  
 URL de download dos papers: <http://www.dep.fem.unicamp.br/unisim/publicacoes.html>

**Informações sobre o autor:**

Sergio Henrique G. de Sousa é Engenheiro de Computação, mestrando em Engenharia de Petróleo e membro do grupo UNISIM desde sua fundação em 1996.



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.