

AJUSTE DE HISTÓRICO PELO MÉTODO DE HOOKE&JEEVES DO CAMPO DE NAMORADO – RJ

MAUREN COSTA DA SILVA¹; **HENRIQUE T. WEINBERGER²**; **VALMIR FRANCISCO RISSO³**

¹ *Universidade Federal de Pelotas- mauren_costa@hotmail.com*

² *Universidade Federal de Pelotas – henriquetw@gmail.com*

³ *Universidade Federal de Pelotas- vfrisso@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

Dentro da engenharia de reservatórios o processo de caracterização de um reservatório é cercado de incertezas, de modo que os resultados de algumas etapas são largamente dependentes de interpretações subjetivas dos dados disponíveis, gerando comumente um modelo numérico não confiável.

De acordo com SOUZA et al. (2007), o objetivo principal do ajuste de histórico é calibrar os dados de entrada de modo que a saída fornecida pelo simulador de reservatórios reflita, da melhor maneira possível, os dados observados.

O processo normalmente consiste em minimizar uma função objetivo composta pelas diferenças entre os dados observados e simulados. Este tipo de função objetivo é não linear e a natureza dos modelos de simulação é tal que normalmente não existe uma única solução para o problema. O que torna o ajuste de histórico um problema complexo é o fato de se tratar de um problema inverso com muitos parâmetros, onde a saída esperada é conhecida (o histórico), mas não se conhece quais dados de entrada levam ao ajuste (SOUZA et al., 2007).

O objetivo deste trabalho consiste na utilização do método Hooke&Jeeves para realizar o ajuste de histórico, onde são realizadas alterações nos parâmetros do reservatório (porosidade, permeabilidade e contato óleo água) visando o ajuste das propriedades desejadas (volume, pressão e vazão).

Hooke & Jeeves algoritmo é um simples e intuitivo procedimento de otimização, que procura encontrar as direções da função-objetivo e tenta segui-las. Inicialmente, em um passo conhecido como pesquisa exploratória, a vizinhança de um ponto inicial x_0 é explorada com as mudanças de um parâmetro de cada vez. Após todos os parâmetros serem investigados, se em uma direção promissora foi encontrado um padrão de pesquisa, é realizada ao longo desta direção. O ciclo é reinicializado com uma nova pesquisa exploratória e é repetido até que o critério de convergência seja satisfeita (LEITÃO; SCHIOZER, 1999).

2. METODOLOGIA

Primeiramente foi necessário processar os dados de compressibilidade, pressão capilar, permeabilidade relativa e os dados PVT (Pressão, Volume e Temperatura), utilizando o software Microsoft Excel, a fim de deixá-los aptos para serem utilizados pelo pré-processador de fluxo, o Builder da CMG Technologies Launcher.

Após colocados todos os dados tratados no simulador Builder chegou-se no reservatório da Figura abaixo (Figura 1). Posterior a isso foi feita a estratégia para aplicação do método de Hooke&Jeeves. Esta constituiu na locação de 30 poços,

sendo 21 produtores e 9 injetores, sendo os primeiros com taxa de produção de líquido (óleo, gás e água) em superfície de até 2000m³/dia e com pressão mínima de fundo de poço de 100kg/cm² e os últimos com uma taxa de injeção de água entre 2000 a 4000m³/dia e pressão máxima de fundo de poço de 500kg/cm².

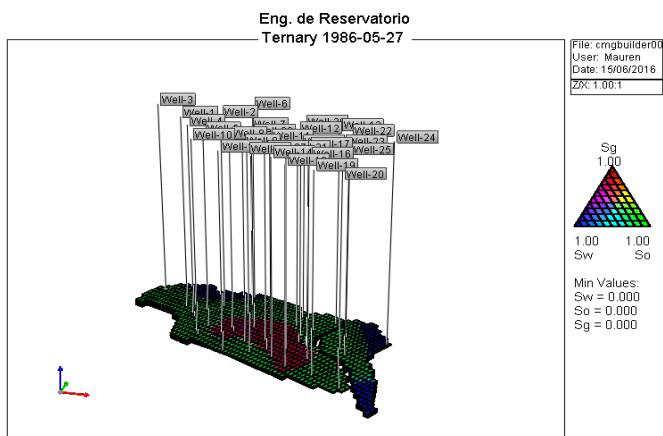


Figura 1: Representação do reservatório em 3D.

A última etapa, após a construção do reservatório, foi dar início ao ajuste de histórico, através da disponibilidade de dados de histórico do campo. O primeiro passo para a calibração foi inserir o comando ALTER para cada *time* com o objetivo de informar o histórico de produção dos poços. Após isso, no segundo passo, foi necessário alterar os parâmetros de incertezas já estipulados nas suas faixas (porosidade de 0,70 a 1,30, permeabilidade horizontal de 0,50 a 1,50 e contato óleo-água de 3060 a 3160) de forma a encontrar a melhor combinação para o ajuste.

O cálculo do afastamento das propriedades (Equação 1) foi calculado através da função objetivo (FO), onde *hi* são os dados do histórico e *si* são os dados da simulação.

$$A = \sum_{i=1}^n (hi - si)^2 \quad (1)$$

Os dados foram normalizados, dividindo-se o valor do afastamento da simulação pelo maior afastamento, obtendo-se assim valores entre 0 e 1, com a finalidade de comparação entre eles.

Para aplicação do Método Hooke&Jeeves foram combinados os 3 parâmetros a serem simulados, o que resulta na possibilidade de 1000 combinações. Dando início ao método, deu-se um chute aleatório e a partir disso foram feitas 100 simulações para descobrir a tendência do menor afastamento até encontrar um mínimo local e/ou global. Essa busca através da vizinhança do primeiro chute pode ser vista no exemplo hipotético da Figura 2, que retrata a busca em 2D.

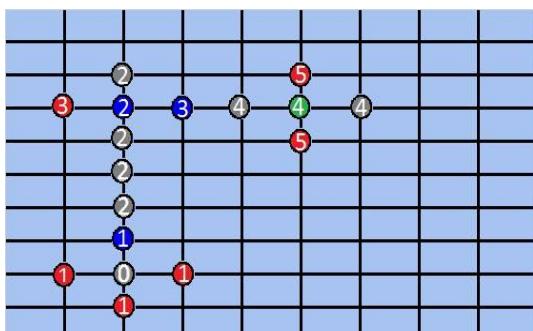


Figura 2: Esquema visual 2D da aplicação do método Hooke&Jeevs.

O último passo foi colocar o comando TARGET juntamente com o último BHP (*bottom hole pressure*) de cada poço com o intuito de manter a produção constante e assim obter a previsão futura do campo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme descrito anteriormente, após inserido o comando ALTER para cada *time* com os dados de produção e injeção, com a finalidade de ajustar a produção de líquido, ou seja, óleo mais água, (Figura 3a) foi dado inicio ao método de ajuste de histórico.

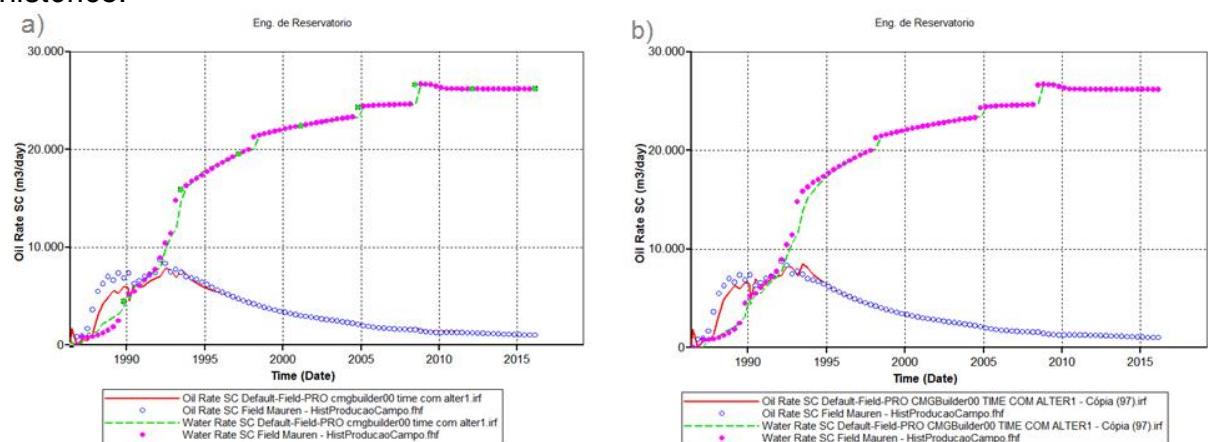


Figura 3: a) Ajuste da produção após ser inserido o comando ATLER. b) Ajuste da produção da simulação 97 em comparação com o histórico

Ao todo, das 100 simulações, foram dados 4 chutes e a partir do caminhamento destes chutes encontraram-se 4 mínimos locais, que correspondem as simulações de número 3, 48, 63 e 97. Infelizmente não encontrou-se um mínimo global dentro das 100, portanto foi utilizada a simulação de número 97 por apresentar o menor afastamento dentre as 4.

Posteriormente foi plotada a curva de pressão do modelo simulado e a curva gerada pelo histórico do campo com o objetivo de comparação e como pode se observar na Figura 4a, as duas curvas possuem uma defasagem entre si, confirmando que o modelo não estava totalmente ajustado. Após isso, utilizando a simulação 97 foram plotadas as curvas novamente (Figura 4b), podendo assim visualizar a melhora significativa obtida com o método. Essa melhora também pode ser observada na produção de líquido na Figura 3b.

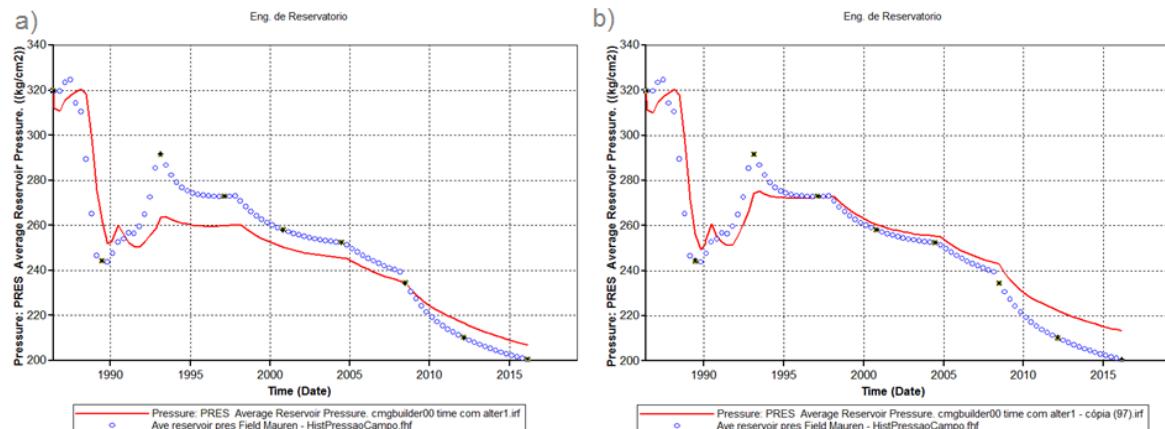


Figura 4: a) Curva de pressão do modelo e do histórico. b) Curva de pressão da simulação 97 e do histórico

Por último, realizada a previsão futura, de acordo com a Figura 5, pode-se observar que o reservatório passa a produzir muito pouco óleo nos últimos anos, ou seja, o campo já será considerado maduro, portanto deverá ser feito o abandono visto que não será mais viável e lucrativo continuar a exploração.

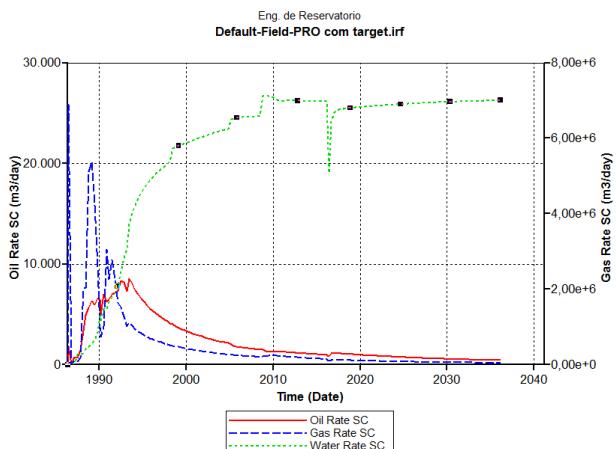


Figura 5: Previsão futura das produções de óleo, gás e água.

4. CONCLUSÕES

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho foi possível compreender o método de ajuste de histórico e ver o quão este é importante para otimização da produção de um campo e o quão é complexo, exigindo muito estudo, atenção e tempo desde suas etapas iniciais até a aplicação do método proposto. Isto porque este envolve uma quantidade de dados muito grande, a escolha de um método e de parâmetros que irão influenciar diretamente na qualidade do resultado.

Através da aplicação do método Hooke&Jeeves foi possível mecanizar a associação de propriedades e agilizar o processo de escolha dos multiplicadores, visto que este método sempre indica o caminho a seguir. Portanto este se mostrou eficiente, mesmo não encontrando o mínimo global.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LEITÃO, H. C.; SCHIOZER, D. J. A New Automated History Matching Algorithm improved by Parallel Computing. In: **SPE LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN PETROLEUM ENGINEERING CONFERENCE HELD IN CARACAS**, Venezuela, 21–23 April 1999.
- SOUSA, S. H. G. Scatter Search Metaheuristic Applied to the History Matching Problem. In: **SPE INTERNATIONAL STUDENT PAPER CONTEST AT THE SPE ANNUAL TECHNICAL CONFERENCE AND EXHIBITION BEING HELD IN ANAHEIM**, California, 11-14 November, 2007.