



## CALIBRAÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO DE UM RESERVATÓRIO DE PETRÓLEO POR DIFERENTES MÉTODOS DE AJUSTE HISTÓRICO

VIEIRA JÚNIOR, G.L.<sup>1</sup>; REZENDE, F.H.G.<sup>2</sup>; SCHINOFF, P.P.<sup>3</sup>; CAMPOS, V.P.C.<sup>4</sup>;  
COSTA, L.S.<sup>5</sup>; RISSO, V.F.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [geltomjuniorr@gmail.com](mailto:geltomjuniorr@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [fernando\\_rgh@hotmail.com](mailto:fernando_rgh@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [paula.schinoff@hotmail.com](mailto:paula.schinoff@hotmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [viniciuscasanova1@hotmail.com](mailto:viniciuscasanova1@hotmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [larissac.osta@hotmail.com](mailto:larissac.osta@hotmail.com)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – [vfrisso@gmail.com](mailto:vfrisso@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Caracterizar o comportamento futuro de um reservatório de petróleo é uma tarefa complexa que está entre as atribuições de um Engenheiro de Petróleo. O conhecimento existente em uma potencial jazida de petróleo, ou mais precisamente na quantidade efetiva que poderá ser extraída da mesma, é um dos fatores determinantes na decisão de se implementar um projeto de produção.

A simulação numérica de reservatórios é uma ferramenta valiosa de suporte à decisão em projetos de desenvolvimento e gerenciamento da produção de petróleo. Depois de elaborados, os modelos de simulação são submetidos ao ajuste histórico, etapa onde são validadas as propriedades de rocha e fluido que, de acordo com a formulação matemática, descrevem o fluxo no meio poroso onde o óleo e gás estão contidos. Os modelos ajustados são utilizados para prever o comportamento do reservatório em diferentes condições de operação, na busca de estratégias de exploração que maximizem a produção e a recuperação de petróleo.

O ajuste histórico pode ser tratado como um problema inverso de minimização da discrepância entre os dados observados e os resultados da simulação, cujas incógnitas são os parâmetros descritivos do reservatório (WANDERLEY, 2013). Porém, pela abrangência de técnicas para se trabalhar com os dados de um determinado reservatório, cabe ao engenheiro analisar os aspectos positivos e negativos do método em questão e escolher o que melhor terá eficiência para o projeto.

No presente trabalho foram adotados os métodos de Hooke&Jeeves, Árvore de Derivação, Monte Carlo e Tentativa e Erro para prever o comportamento futuro do reservatório de petróleo através de sua produção no passado. A abrangência de diferentes métodos tem como objetivo principal verificar qual método irá obter o menor afastamento possível entre os valores do histórico e do respectivo método. Para isso, o trabalho realizado tem como propósito avaliar a confiabilidade do método de ajuste histórico sob a análise de incertezas com base na produção do Campo de Namorado, localizado na Bacia de Campos, onde será feito um tratamento dos dados obtidos a fim de processá-los em um simulador de fluxo, para que, na etapa final seja realizado o processo de ajuste histórico.

### 2. METODOLOGIA

A fase inicial é a determinação das propriedades dos fluidos e das rochas do reservatório, para assim construir um modelo de simulação, chamado como modelo base, essa etapa é basicamente realizada no Office Excel pela análise de

gráficos, tabelas e fórmulas matemáticas. Definido o modelo base, é realizada a construção do arquivo.dat pela ferramenta do *Builder* do software *CMG*.

Abaixo se segue um fluxograma que descreve os métodos do trabalho para obtenção dos resultados:

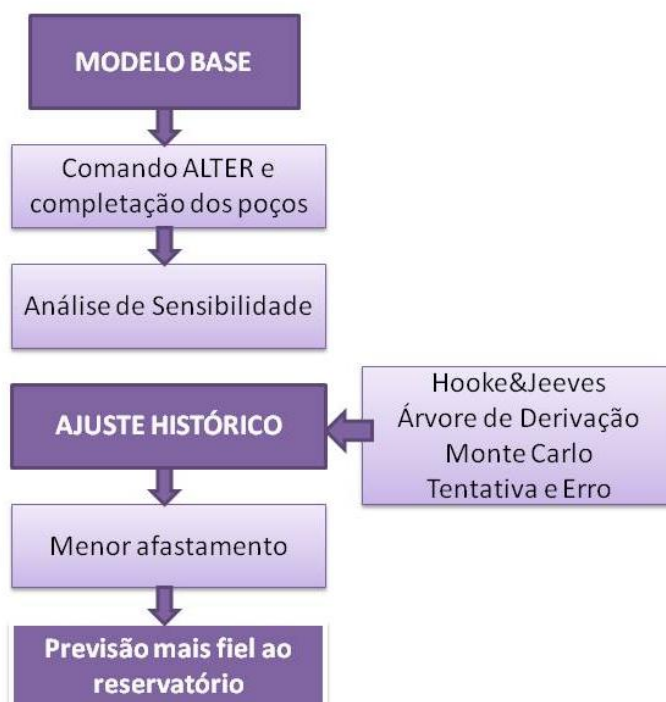


Figura 2-1 – Fluxograma da metodologia

A segunda etapa, com o modelo já construído, é necessária realizar o comando ALTER no arquivo.dat e canhonear os poços antes de partir para o ajuste histórico. Através dos métodos de ajuste histórico empregados, pelo simulador de Fluxo IMEX do *CMG*, ajusta-se o modelo base com o critério de encontrar o menor afastamento possível entre ele e o histórico de produção, e é através desse afastamento que se define qual método foi mais eficaz no reservatório em estudo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos primeiros resultados obtidos é o modelo base do reservatório que foi construído a partir do tratamento dos dados, tais como pressões, saturações e demais propriedades, e são inseridas em um arquivo compatível que permite que o software do simulador de fluxo reconheça o modelo construído e simule o reservatório.

Após a obtenção do modelo base do reservatório, e aplicando os métodos mencionados no capítulo anterior, podem-se aplicar os ajustes históricos para calibrar o modelo da forma mais fiel possível para que corresponda às produções futuras que se deseja alcançar.

No método de Hooke&Jeeves, foi realizado 65 simulações, onde determina-se os valores ideais de quatro atributos críticos, a partir de um chute aleatório desses atributos, onde seus valores irão mudar conforme aquele que apresenta um menor afastamento em relação ao histórico. No método da Árvore de Derivação foi realizado 54 simulações de três atributos definidos como os mais críticos pela análise de sensibilidade inserida entre três cenários possíveis: otimista, provável e pessimista. No método de Monte Carlo foram realizadas 81

simulações através de um sorteio feito no Office Excel de valores dos três atributos mais críticos, seguindo a mesma sequência lógica de verificar quais valores melhor calibra o modelo de ajuste. Já no método de Tentativa e Erro, com os atributos em ordem decrescente, realizou-se as simulações alterando cada um dos atributos críticos de forma acumulativa até ser realizada 54 simulações propostas.

Com os quatro métodos aplicados, constrói-se um gráfico comparando os resultados obtidos em relação ao histórico de produção do reservatório, como mostrado na Figura a seguir:

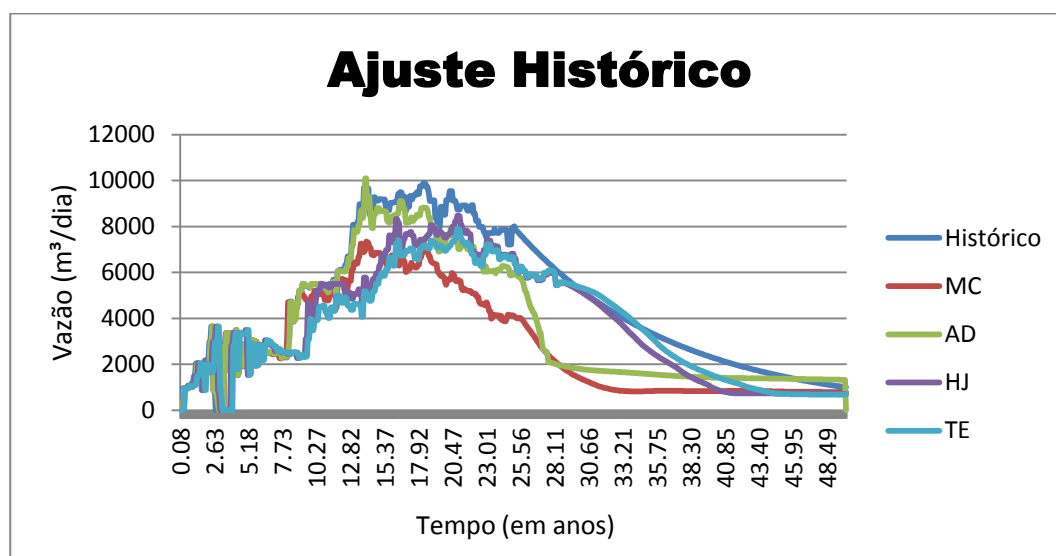


Figura 3-1 – Ajuste histórico de produção.

O melhor método calibrado foi o método de Hooke&Jeeves pois foi aquele que apresentou um menor afastamento, cerca de  $1.72E+6$ , da produção de óleo do simulado com a do histórico. Os demais métodos apresentaram  $2.28E+6$  no Monte Carlo,  $2.20E+6$  na Árvore de Derivação e  $1.94E+6$  no método de Tentativa e Erro.

#### 4. CONCLUSÕES

O processo de ajuste histórico é fundamental no desenvolvimento de um projeto de produção de petróleo. A indústria petrolífera, com valores altíssimos de orçamento, confia no uso de ajuste histórico do campo para otimizar a produção do mesmo.

Os simuladores são softwares específicos que precisam de cuidado na hora da inserção de dados, pois erros mínimos podem comprometer todo o ajuste, não relatando com confiabilidade a produção do campo. Para tal, precisa-se analisar e interpretar o comportamento das propriedades nos gráficos gerados, para que caso estejam corretos, seguir com a simulação e o processo de ajuste histórico.

A aplicação de diferentes métodos de ajuste histórico permitiu resultar qual dos métodos empregados foi o mais fiel ao histórico de produção, permitindo assim, associar que quanto mais métodos empregados para calibração de um modelo mais eficaz será a própria calibração.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, V. **Ajuste de Histórico para um reservatório de petróleo.** 2017. Relatório de Engenharia de Reservatórios – Curso de Graduação em Bacharel em Engenharia de Petróleo, Universidade Federal de Pelotas.

COSTA, L. **Ajuste Histórico de um reservatório pelo Método Tentativa e Erro.** 2017. Relatório de Engenharia de Reservatórios – Curso de Graduação em Bacharel em Engenharia de Petróleo, Universidade Federal de Pelotas.

REZENDE, F.H. **Ajuste Histórico de um reservatório de petróleo pelo Método de Monte Carlo.** 2017. Relatório de Engenharia de Reservatórios – Curso de Graduação em Bacharel em Engenharia de Petróleo, Universidade Federal de Pelotas.

RISSO, V. **Ajuste de histórico utilizando a metodologia do planejamento estatístico e a combinação dos dados de produção e pressão com mapas de saturação.** 2007. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia Mecânica e Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.

SCHINOFF, P. **Ajuste de Histórico em um reservatório petrolífero pelo método de Monte Carlo.** 2017. Relatório de Engenharia de Reservatórios – Curso de Graduação em Bacharel em Engenharia de Petróleo, Universidade Federal de Pelotas.

VIEIRA JÚNIOR, G.L. **Ajuste Histórico pelo Método de Hooke&Jeeves.** 2017. Relatório de Engenharia de Reservatórios – Curso de Graduação em Bacharel em Engenharia de Petróleo, Universidade Federal de Pelotas.

WANDERLEY, G.A. **Ajuste de Histórico e Gerenciamento ótimo de Reservatórios de Petróleo.** 2013. Estudo de um Caso Real. Universidade Federal de Pernambuco, 2013.