

## TESTES DE VALIDAÇÃO DA FUNÇÃO OBJETIVO PROBABILÍSTICA PARA CALIBRAÇÃO DA MODELAGEM FORWARD<sup>1</sup>

Marcel de Araujo<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Vinculado ao projeto “Calibração de modelos Forward de reservatórios com dados de poços.” - Bolsista PIVIC/Convênio Externo 149/2019

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia de Petróleo – CESFI

O desenvolvimento de um workflow de calibração é o principal desafio do projeto, é nessa parte que acontece o refinamento do modelo forward simulado utilizando os dados observados dos poços. Uma das etapas da calibração do projeto é buscar minimizar uma função objetivo (FO) que relaciona dados da simulação de um modelo estratigráfico forward com dados observados em poços de uma determinada região. A função objetivo probabilística (PROOF) é fundamentada na comparação de características estratigráficas de seções sedimentares, buscando avaliar a probabilidade de que estas características, encontradas nos poços e nos modelos simulados (duas amostras), pertençam a uma mesma população estatística. Basicamente a FO tem como principal objetivo comparar duas sequências estratigráficas através de ferramentas estatísticas como por exemplo: média, variância, desvio padrão e testes de probabilidade. Retornando um valor entre 0 e 1, que representa o erro ao aceitar ou rejeitar que as duas amostras pertencem a mesma população. Ou seja, quanto mais próximo de zero, menor o erro associado ao admitir que as seções estratigráficas comparadas são semelhantes.

Uma vez completada a programação e implementação da PROOF no workflow, precisa-se validar o seu comportamento quanto a sua concepção e conceito. Esse primeiro teste consiste na comparação entre poços geológicos criados didaticamente a partir de uma simulação com determinados parâmetros de entrada e poços simulados utilizados os mesmos valores. A Figura 1 ilustra as fácies e respectivas espessuras dos dois poços, observado à esquerda e simulado à direita. Nota-se que são iguais, logo, as espessuras e as fácies do poço observado e do poço simulado comparados são exatamente idênticas, sendo constatada a validação da função quando o valor da função objetivo for igual a 0 (zero). Após a execução do algoritmo, o valor encontrado para a PROOF foi de  $1,06 \times 10^{-12}$ , percebe-se que o valor é extremamente baixo e próximo de zero, como se esperava, validando assim o conceito da função objetivo probabilística.

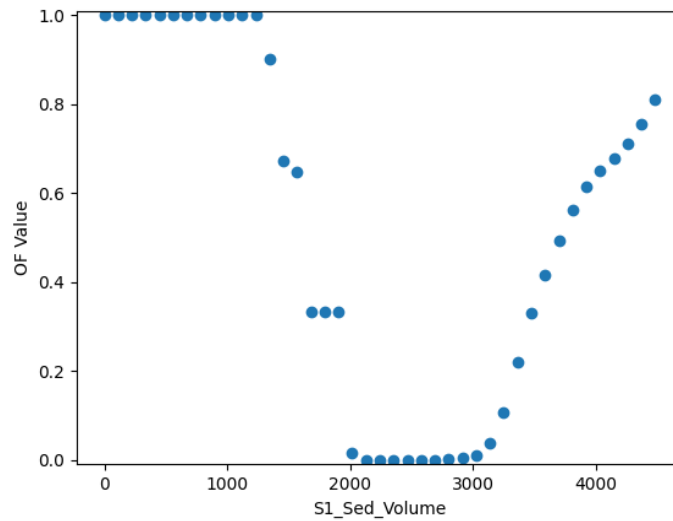
Como segundo teste, foi verificado o comportamento da PROOF em relação a variação dos parâmetros incertos (ou inversíveis) da simulação, com intuito de avaliar regularidades na função, ou seja, se ela apresenta comportamento suave, convexo que admita um mínimo global, para poder aplicar os métodos de calibração. Neste caso, foi selecionado apenas um parâmetro (altura para cálculo do volume de sedimentos da fonte 1) para ser alterado a cada execução do algoritmo de calibração e os valores testados foram definidos através de intervalos regulares dentro de uma faixa de valores predeterminada. Assim, determina-se previamente o parâmetro ótimo como valor de referência e então calcula-se os valores da FO comparando os dados simulados com a solução referência, obtendo enfim a curva de comportamento. É importante observar que para essa análise, foram considerados os três poços geológicos (AB3, DR8 e GF20) do modelo Mixed Models, e o cálculo será realizado pela ponderação destes, ou seja, a FO total.

A Figura 2 mostra o comportamento da função objetivo conforme o parâmetro varia dentro do intervalo selecionado. O resultado da otimização apontou que o melhor parâmetro escolhido foi o de valor igual a 2217,37 km e o de referência foi definido em 2240 km. Observando o gráfico é possível perceber que outros valores atingem magnitude muito próxima de zero, sendo assim os resultados poderiam ser aceitos, mas a função consegue identificar o mínimo global, que permite a sua inserção no workflow de calibração. A aceitação está ligada ao nível de semelhança das seções estratigráficas, foi observado que os poços dentro do range entre 2000 e 3000 km, não variam muito em questão de distribuição de fácies e espessura.

Tendo em vista o supracitado, foi possível perceber resultados satisfatórios quanto a implementação, ao conceito e comportamento da função objetivo probabilística.



**Figura 1.** - Sequência geológica de dois poços iguais, observado à esquerda e simulado à direita.



**Figura 2.** – *Comportamento da função objetivo probabilística quanto a variação do parâmetro ‘altura para cálculo do volume de sedimentos da fonte 1’.*

**Palavras-chave:** Modelagem forward. Modelagem Estratigráfica. Calibração. Função Objetivo