

MODELAGEM FORWARD DE PROCESSOS GEOLÓGICOS¹

Aline Souza da Silva², Daniel Fabian Bettu³, Ana Paula Soares⁴.

¹ Vinculado ao projeto “Calibração de modelos *Forward* de reservatórios com dados de poços”

² Acadêmica do Curso de Engenharia de Petróleo – CESFI – Bolsista PROIP/UDESC.

³ Orientador, Departamento de Engenharia de Petróleo – CESFI – daniel.bettu@udesc.br.

⁴ Doutora no Curso de Pós-Graduação e Estratigrafia - Geologia – UFRGS

O conhecimento geológico é um dos pontos-chave na caracterização de reservatórios, portanto um modelo geológico conceitual torna-se imprescindível. Um modelo estratigráfico *forward* baseia-se na reconstrução de processos geológicos através de um intervalo de tempo, quantificando em cada ponto da bacia a taxa de sedimentação (externa ou gerada *in-situ*) e a erosão em cada espaço de tempo. A quantificação pode ser obtida combinando duas equações principais, a Lei do Transporte, que define a quantidade de sedimentos que escoam na superfície da bacia devido ao rio ou água; e a Equação da Quantidade para sedimentos que especifica a massa de sedimento que entra, sai e é produzida ou depositada na bacia. Tais modelos são construídos por meio da modelagem do desenvolvimento de sequências estratigráficas em escala de tempo de centenas de milhares a milhões de anos.

A existência de grandes profundidades ou de algumas estruturas geológicas complexas como falhas, domos salinos, dobras e outros, mitigam a qualidade dos resultados obtidos por meio da sísmica e perfilagem de poços. Sendo assim, o modelo gerado é incapaz de sustentar de forma honrada informações mais específicas da geologia do sistema. Para tal, é necessário que haja a calibração do modelo com dados de poços já existentes, porém, quanto maior o modelo e a quantidade de poços, mais complexa se torna a calibração. Como solução o projeto *Forward* apresenta uma metodologia para automatizar e facilitar o processo de calibração com dados de poços, incorporando a modelagem estratigráfica que originalmente foi desenvolvida para modelagem de bacias e desenvolvendo um algoritmo para a calibragem. Foram definidas duas frentes de trabalho, uma responsável pelos métodos de calibração de modelos numéricos e a outra responsável pela modelagem geológica.

Para o desenvolvimento do modelo progressivo estratigráfico utilizou-se o *software DionisosFlow* da Beicip-Franlab, que permite a modelagem de sequências estratigráficas, resolvendo a equação do transporte de sedimentos em função da topografia da bacia, das taxas de aporte sedimentar, da variação do nível do mar e da subsidência, entre outros. O resultado é uma previsão mais completa e consistente das sequências estratigráficas 3D, assim como uma previsão da distribuição de cada fácies em termos de proporção de sedimentos.

Visando a familiarização com o *software* e maior compreensão sobre suas entradas, saídas, tipos de arquivos utilizados e suas respectivas interpretações, o tutorial disponibilizado

pela Beicip foi realizado. Ambientes deposicionais carbonáticos (Bacia de Santos) e siliciclásticos (Tahiti) foram simulados. Durante o processo os conhecimentos adquiridos na etapa inicial de revisão bibliográfica (que consistiu na análise de artigos científicos relacionados com a modelagem geológica), também foram integrados. Posteriormente *benchmark tests* foram reproduzidos, onde modelos geológicos foram criados a partir da definição de entradas como domínio, tipo e proporção de sedimentos, tamanho de grão, eustasia, subsidência, taxa de produção e erosão de sedimentos (quando presente), entre outros. A Figura 1 apresenta um dos modelos de ambiente deposicional siliciclástico gerados, onde é possível observar a proporção de areia ao longo do modelo.

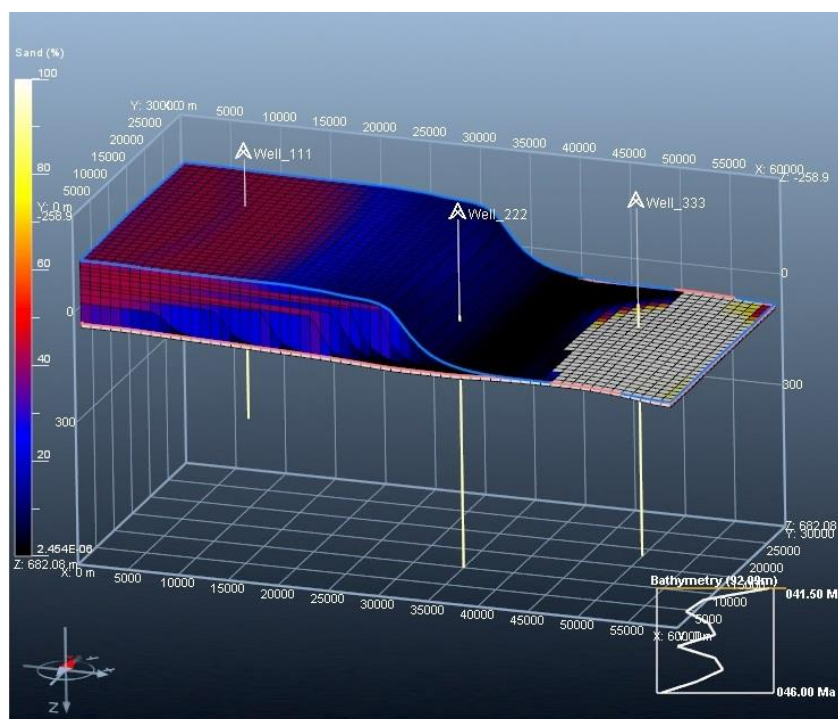


Figura 1. Modelo estratigráfico ambiente siliciclástico

O *DionisosFlow* permite a calibração do modelo gerado em seu pós-processamento, porém de forma manual através de dados de poços. Para tal, é necessária a comparação do modelo simulado e os dados teóricos de forma visual para que então, posteriormente, haja a configuração do modelo. No caso simulado representado na Figura 1, foram utilizados apenas três poços, possibilitando então a fácil calibração manual.

Após a comparação é necessário retornar aos dados de entrada da simulação e modificá-los de acordo com os parâmetros e valores necessários, observados na comparação, para posteriormente gerar outro modelo geológico de melhor elegibilidade. Caso o resultado ainda não seja satisfatório, o processo deverá ser repetido até que se obtenha um modelo que melhor

represente a realidade. Sendo assim, o processo de calibração se torna longo e exaustivo, evidenciando a grande necessidade de desenvolvimento de um método automatizado para o processo, que é o principal objetivo do projeto *Forward*. O *software* também permite a construção de um modelo estratigráfico de fácies. Esse modelo auxilia na comparação e no ajuste da simulação, além de permitir maior detalhamento do ambiente geológico estudado. A Figura 2 apresenta um modelo estratigráfico de fácies de um ambiente deposicional carbonático.

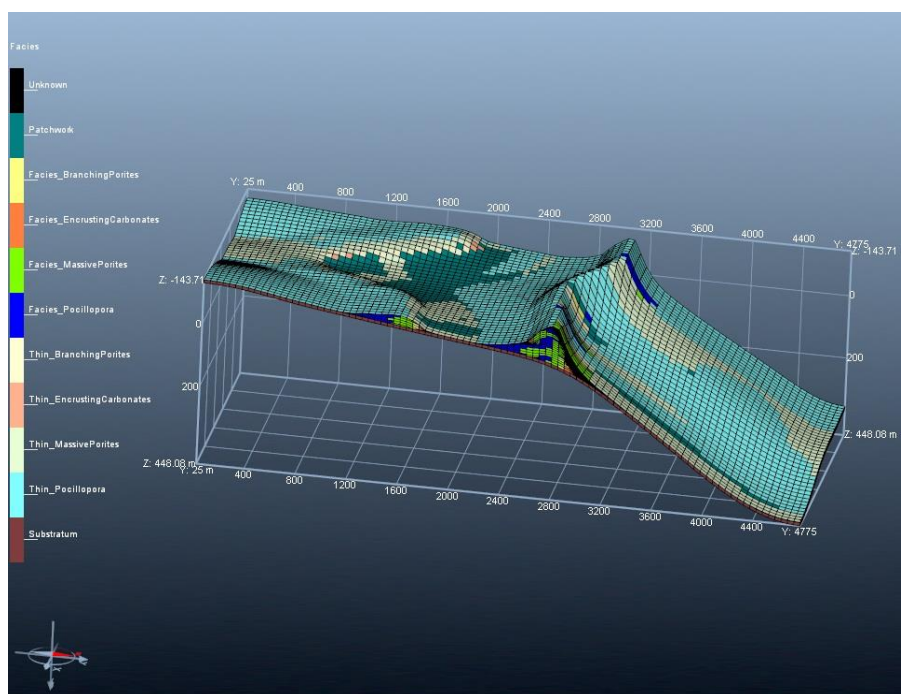


Figura 2. Modelo estratigráfico de fácies ambiente carbonático

A segunda fase do projeto consiste no teste das ferramentas de calibração na “Pedreira Atol” (São Miguel dos Campos – AL) e seus arredores. Para tal é necessário que inicialmente se construa um modelo geológico tangível, utilizando dados já adquiridos com o auxílio do grupo PROGEOLOGIA da UFS. Um banco de dados foi desenvolvido contendo os 84 poços e seus respectivos dados coletados (coordenadas, perfilagem, etc). Por fim, o desafio segue sendo a transformação dos parâmetros obtidos em arquivos de entrada para o *software* e a posterior simulação de um modelo geológico estratigráfico que simule corretamente a pedreira Atol.

Palavras-chave: Modelagem *forward*. Modelagem Estratigráfica. Processos Geológicos. Modelos progressivos estratigráficos.