

MÉTODOS DE REDUÇÃO DE ORDEM APLICADOS À SIMULAÇÃO DE RESERVATÓRIOS

Dara Liandra Lanznaster¹, Lindaura Maria Steffens².

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia de Petróleo – CESFI, bolsista PIVIC/UDESC.

² Orientador, Departamento de Engenharia de petróleo – CESFI – lindaura.steffens@udesc.br.

Palavras-chave: Simulação de Reservatórios. Métodos de Redução de Ordem. Equação da Difusividade Hidráulica.

A simulação de reservatórios, no contexto da Engenharia de Petróleo, é de fundamental importância, uma vez que fomenta decisões antes e durante a produção de petróleo. A partir dos resultados simulados, é possível elaborar um projeto de exploração do campo em questão, bem como estimar reservas e a viabilidade econômica do projeto. A confiabilidade dos resultados simulados é dependente da qualidade dos dados petrofísicos do reservatório e dos fluidos contidos neste. Além disso, os modelos discretizados empregados deve ser o mais próximo da realidade possível, o que torna a simulação lenta e computacionalmente cara.

Na simulação, os campos de pressões e saturações dos fluidos contidos em um reservatório são calculados via Equação da Difusividade Hidráulica (EDH), a qual é uma equação diferencial parcial que não apresenta solução analítica. Desta maneira, métodos numéricos de solução são empregados, de modo a se obter valores de pressões e saturações em pontos discretos do espaço e do tempo. Neste trabalho, foram empregados os métodos de Diferenças Finitas e Volumes Finitos.

Por apresentarem um grande número de blocos e heterogeneidades, as matrizes envolvidas nas soluções dos sistemas dos métodos numéricos apresentam altas dimensões, exigindo um grande esforço computacional na solução das mesmas. Os Métodos de Redução de Ordem surgem então como ferramentas aplicadas à solução do sistema, reduzindo o número de incógnitas a serem calculadas e, conseqüentemente, tempo e memória computacionais. Segundo Sava, a redução de ordem de sistemas é a projeção do sistema de grande dimensão em um subespaço de dimensão menor que contenha a dinâmica essencial do sistema.

Dentre os inúmeros Métodos de Redução de Ordem conhecidos, o empregado neste projeto primeiramente foi a Decomposição Proporcional Ortogonal (DPO), uma vez que este pode ser aplicado em problemas multifásicos. Para a aplicação da DPO, é necessário o controle e conhecimento das rotinas que simulam a EDH. Desta maneira, foi desenvolvido, em MATLAB, um simulador de fluxo monofásico em meios bidimensionais heterogêneos. O primeiro modelo simulado foi um reservatório quadrado, de permeabilidade heterogênea, selado nas quatro faces, com um poço produtor de óleo no centro. Os resultados dos campos de pressões obtidos foram de acordo com o esperado, possibilitando então a implementação e a aplicação da DPO.

A partir da matriz de pressões do modelo completo, a DPO é aplicada, gerando primeiramente uma matriz de redução. Esta matriz é obtida por meio dos autovetores relacionados aos maiores

autovalores da matriz de covariância dos dados. Tendo a matriz de redução, é possível projetar o sistema de equações do modelo completo em um subespaço reduzido, de menor dimensão, tendo como solução o vetor de estado reduzido. Para o modelo simulado, o cálculo do vetor de estado reduzido levou 40% do tempo de simulação do modelo completo, além de reduzir o número de incógnitas de 400 para 5, com valores próximos dos anteriormente obtidos.

A Decomposição Proporcional Ortogonal mostrou-se eficiente na redução do tempo e esforço computacionais para o caso do modelo estudado, além de apresentar resultados muito próximos dos obtidos com o modelo completo. Além disso, nota-se a dependência do vetor de estado reduzido com as condições de contorno impostas. Desta maneira, em trabalhos futuros será analisada esta dependência, além da simulação de fluxo multifásico de fluidos e da implementação de outros métodos de redução.