

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DO ESCOAMENTO BIFÁSICO EM RESERVATÓRIOS DE PETRÓLEO MUITO HETEROGÊNEOS E ANISOTRÓPICOS USANDO MÉTODOS DE VOLUMES FINITOS

Márcio R. A. Souza¹, Paulo R. M. Lyra², Darlan K. E. Carvalho²

Bolsista PRH-PB 26, marciosouza@ct.ufpb.br, ¹Departamento de Engenharia de Energias Renováveis, Centro de Energias Alternativas e Renováveis, Universidade Federal da Paraíba, ²Departamento de Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco

R E S U M O

MOTIVAÇÃO: A simulação numérica é uma importante ferramenta na indústria do petróleo. Vários cenários podem ser avaliados antes que o primeiro poço seja perfurado no campo. Em geral, os simuladores comerciais utilizados pela indústria do petróleo se utilizam do método das diferenças finitas com volume de controle com a aproximação de fluxo por dois pontos (CVFD-TPFA) em conjunto com o método de Ponderação à Montante de Primeira Ordem (FOUM) para a discretização das equações resultantes da modelagem matemática do escoamento multifásico no interior dos reservatórios de petróleo. Esse método é bastante robusto e eficiente para malhas estruturadas e alinhadas com as direções principais do tensor de permeabilidade que caracteriza a rocha. No entanto, a necessidade de representar computacionalmente falhas geológicas, poços direcionais e armadilhas estratigráficas requer o uso de malhas não estruturadas ou desalinhadas em relação aos tensores de permeabilidades considerados. Nesse caso, não contemplado nos simuladores comerciais, o TPFA não converge para a solução esperada. Tal limitação motiva a busca por formulações mais robustas, capazes de representar adequadamente a física do problema em geometrias e propriedades de rocha quaisquer.

OBJETIVO: No presente trabalho, nosso objetivo consiste no estudo e implementação de um Método de Volumes Finitos com Aproximação de Fluxo por Múltiplos Pontos Enriquecidos (MPFA-Enriched) em conjunto com o método FOUM para a discretização espacial da equação elíptica de pressão e da equação hiperbólica de saturação, respectivamente, em reservatórios de petróleo muito heterogêneos e anisotrópicos. A formulação MPFA-Enriched se caracteriza pela imposição de continuidade do fluxo nas interfaces dos elementos discretos e pela utilização de funções de aproximação com suporte completo para o campo de pressão. Esta formulação é capaz de produzir soluções convergentes e acuradas em malhas com razão de alongamento arbitrária e com tensores de permeabilidades completos.

APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO: A incorporação de metodologias MPFA mais robustas como a MPFA-Enriched é uma consequência natural da evolução dos simuladores comerciais construídos pela indústria na busca da melhoria da capacidade de prever o comportamento dos reservatórios de petróleo quando submetidos a diferentes estratégias de produção, otimizando a utilização dos recursos por parte da indústria do petróleo.

RESULTADOS OBTIDOS: Para verificar o desempenho da formulação implementada frente à formulação usada nos simuladores comerciais, realizamos alguns experimentos numéricos. A robustez do esquema MPFA é verificada, mesmo para problemas desafiadores, enquanto o TPFA produz soluções sem significado físico, inviabilizando sua aplicação para tais casos.