
Simulação numérica de reservatório de petróleo usando diferenças finitas de alta ordem

Arianne Alves da Silva¹

Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, UFU, Ituiutaba, MG

Homero Ghioti da Silva²

Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, UFU, Ituiutaba, MG

O trabalho apresenta testes de convergência de malhas em um programa computacional para um sistema de equações diferenciais parciais para simulação de reservatório de petróleo. Para tal, o Método de Diferenças Finitas de alta ordem foi utilizado na discretização das derivadas espaciais e o Método de Runge-Kutta de ordem 4 para a integração temporal. Estas simulações numéricas podem ser utilizadas em ajuste de histórico de reservatórios. Desta forma, a obtenção de soluções mais precisas são cada vez mais importantes e impactantes nas estimativas do referido ajuste. Da conservação de massa de escoamento bifásico em um meio poroso, obedecendo a lei de Darcy, obtém-se o seguinte sistema de equações diferenciais parciais:

$$\frac{\partial s}{\partial t} - \nabla(\lambda_a(s)\nabla p) = q_a, \quad (1)$$

$$-\nabla(\lambda_t(s)\nabla p) = q_t = q_a + q_o, \quad (2)$$

onde $\lambda_t = \lambda_a + \lambda_o$, com λ_a e λ_o permeabilidades conhecidas das saturações s , os q_a e q_o são termos fonte devidos aos poços e p a pressão. De modo que as condições de fronteira e iniciais devem ser impostas, conforme [1]. Este modelo descreve o processo de injeção de água através de poços injetores para recuperação de óleo dos poços produtores. O modelo consiste em determinar as saturações s e pressões p do óleo e da água. Pretende-se desenvolver o programa computacional para simulação do sistema de equações 1 e 2. Para isso, um código para simulação numérica da equação do calor bidimensional, com coeficiente de difusibilidade termica variante, foi desenvolvido e testado usando o Método das Soluções Manufaturadas. A Figura 1 apresenta um teste de verificação do cálculo da segunda derivada com relação a x da solução manufaturada escolhida.

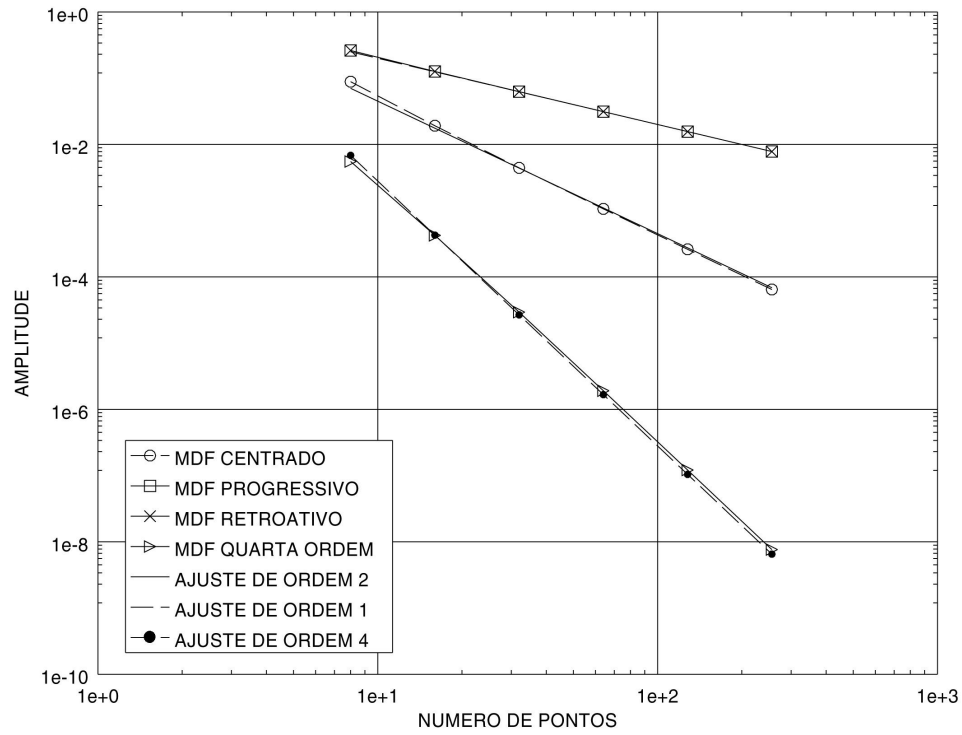
Ao todo 6 diferentes níveis de malhas foram considerados e métodos de Diferenças Finitas de ordens 1, 2 e 4 de aproximação foram testadas e comparadas. Os resultados estão apresentados em escala logarítmica. Foi possível verificar simulação de escalas

¹arianne@mat.pontal.ufu.br

²homero@ufu.br

Figura 1: Teste

ERRO MEDIO AO UTILIZAR DIFERENTES METODOS DE DIFERENCAS FINITAS PARA APROXIMACAO DE DERIVADAS



de ordem 10^{-8} e 10^{-9} com menor custo computacional que os tradicionais métodos de baixa ordem de precisão. Os resultados deram confiabilidade de que a implementação não apresenta erros de programação e que a ordem de precisão numérica condiz com a ordem de precisão teórica dos métodos. Espera-se que o programa para simulação numérica do sistema de equações 1 e 2 esteja finalizado e os resultados de um teste de verificação, obtidos, para apresentação no evento.

Referências

- [1] K. Aziz, A. Settari. *Petroleum Reservoir Simulation*. Applied Sci. Publ., Londres, 1979.
- [2] L. M. Carvalho, F. Dickstein, J. R. P. Rodrigues, R. W. Santos, Um Esquema GM-RES Precondicionado para Simulação de Reservatórios. *Tendências em Matemática Aplicada e Computacional*, No. 2 , 63-72, 2002.