

RESUMO

Solução de sistemas lineares via métodos iterativos para problemas com elevada anisotropia resultante de fluidos com diferentes densidades. Associações entre métodos de otimização e multi-nível se mostraram eficazes e eficientes.

INTRODUÇÃO

Equações elípticas são utilizadas como modelos matemáticos de fenômenos físicos estacionários sujeitos a condições de contorno. Em problemas da mecânica dos fluidos, esta equação surge do acoplamento entre pressão e velocidade da equação de Navier-Stokes.

Para uma correta validação das técnicas implementadas mediante as variadas condições de contorno e diferentes saltos entre a propriedade física ρ (massa específica), recorre-se as soluções manufaturadas, as quais permitem observar a ordem de convergência dos métodos de discretização utilizados, ou seja, 2ª ordem.

MÉTODOS

A discretização espacial é realizada pelo método dos Volumes Finitos em coordenadas cartesianas e domínio tridimensional, adotando-se malha uniforme. Para o problema monofásico da cavidade com tampa deslizante, as equações de Navier-Stokes são discretizadas temporalmente pelo método de Euler Explícito e o acoplamento é realizado com o método dos Passos-Fracionados. Para os campos bifásicos, as matrizes dos coeficientes e do termo direito do sistema linear são geradas via funções manufaturadas e apenas a equação elíptica é aproximada sob condições de contorno Dirichlet e Neumann.

Os métodos iterativos implementados são: *S.O.R*, *Multigrid*, Gradiente Conjugado, Gradiente Conjugado Pré-Condicionado, *Nested CG* e *Nested Multigrid*.

RESULTADOS

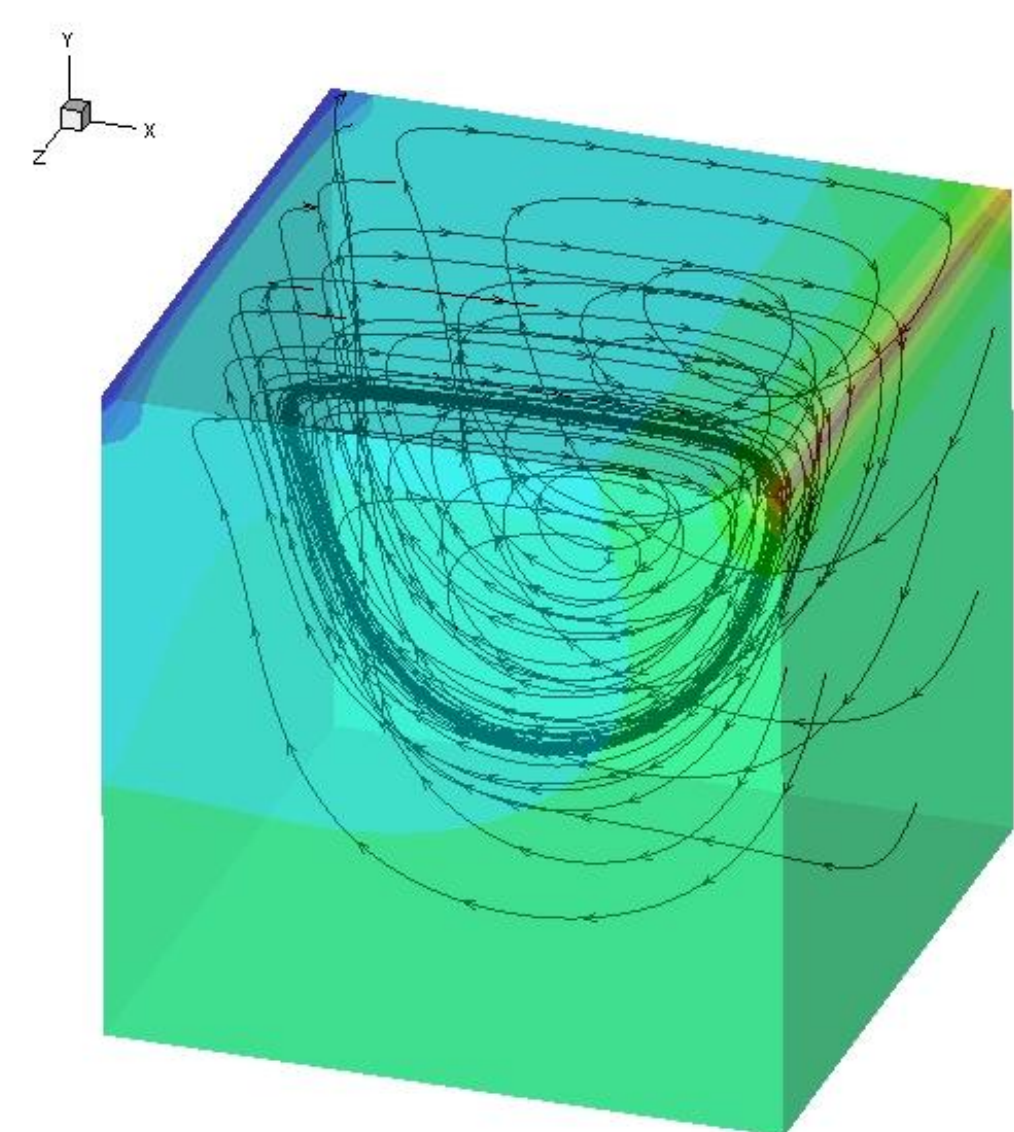


Figura 1: Campo de pressão e linhas de corrente do escoamento.

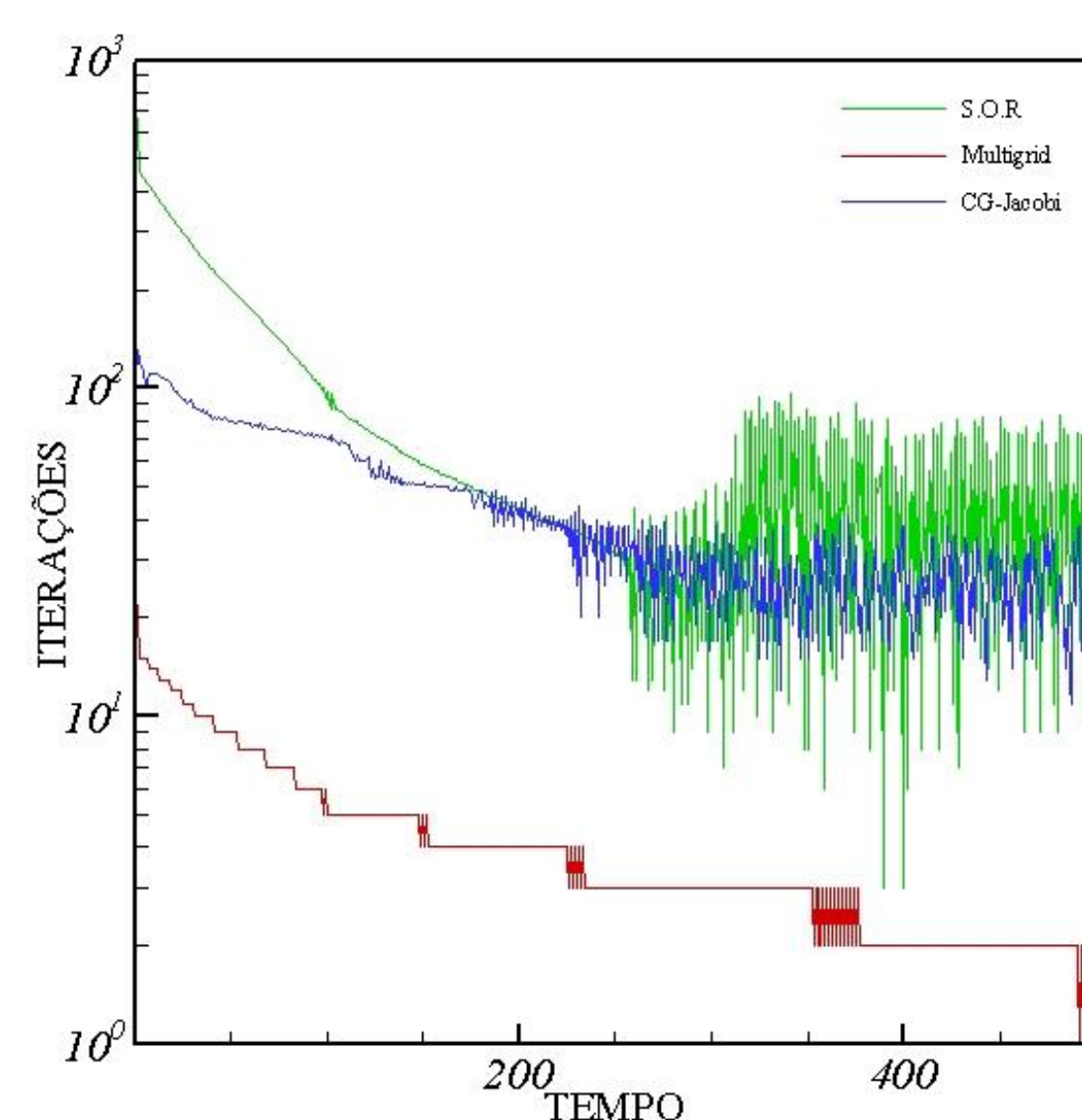


Figura 2: Número de iterações até a convergência em função do tempo.

Através desta simulação é possível verificar a eficiência do método *Multigrid* na solução de escoamentos monofásicos.

A função manufaturada para a pressão e dois campos manufaturados distintos de massa específica são ilustrados abaixo.

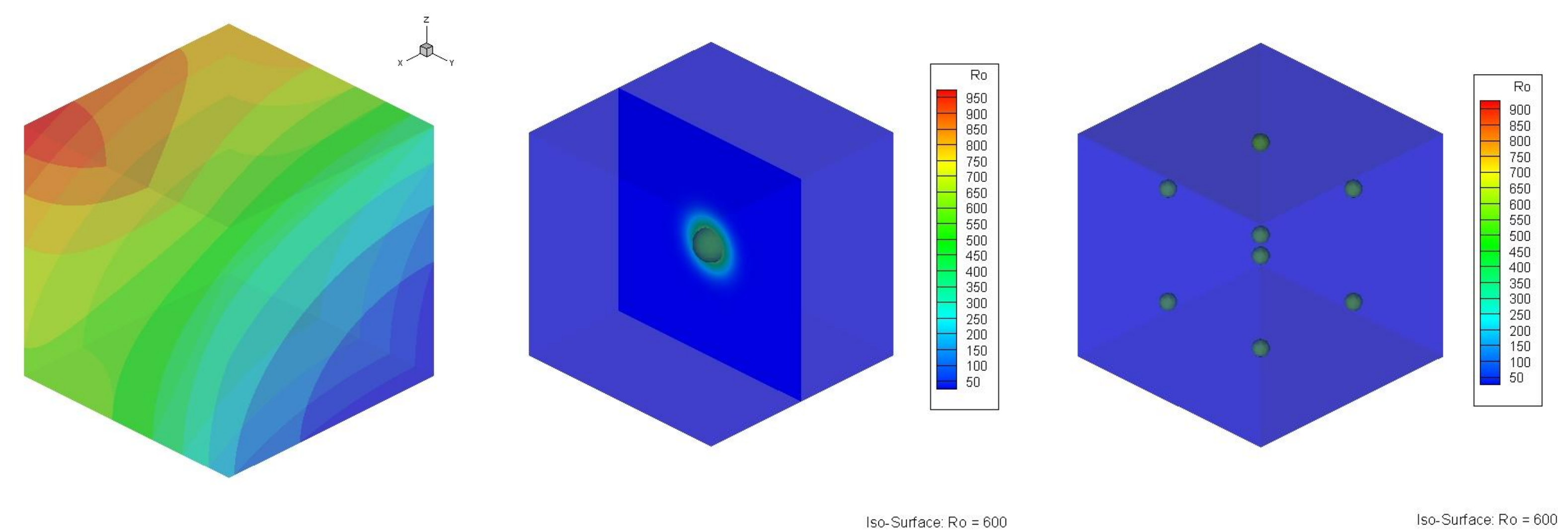


Figura 3: Campos manufaturados.

A Figura 4 apresenta o tempo gasto para que o resíduo alcance a tolerância para os diversos *solvers*, considerando a presença de apenas uma interface contendo um salto de 1 para 1000.

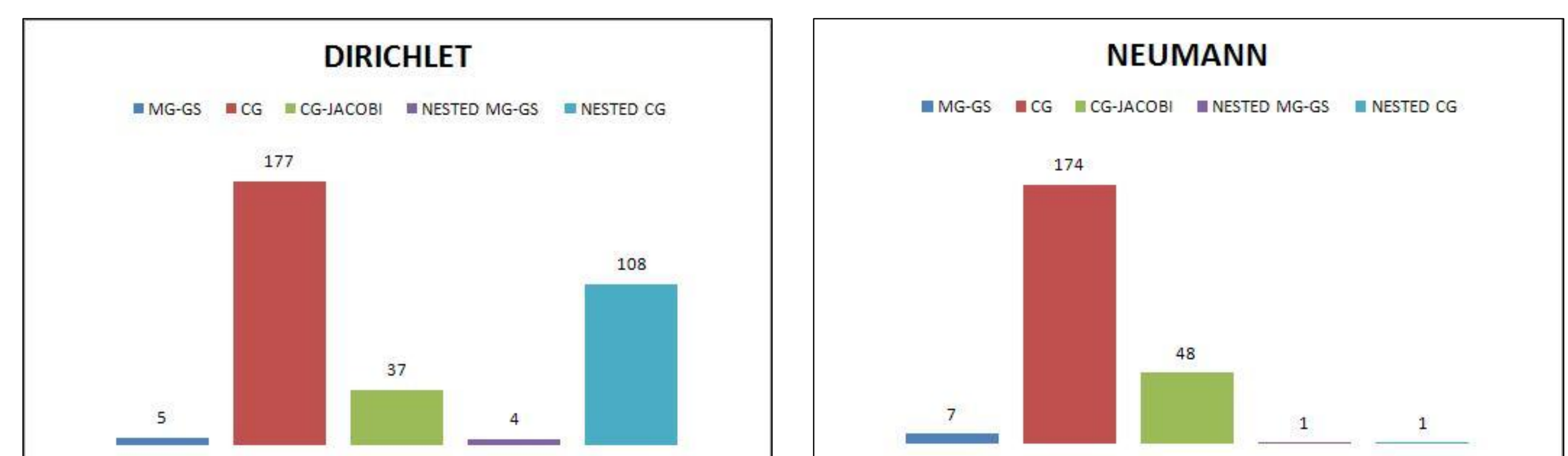


Figura 4: Resultado para campo manufaturado com uma interface.

Na Figura 5 o mesmo comportamento é avaliado considerando a presença de quatro interfaces.



Figura 5: Resultado para campo manufaturado com quatro interfaces.

CONCLUSÃO

Surpreendentemente o *Nested CG* se mostrou eficaz e eficiente, uma vez que convergiu com rapidez nas situações mais críticas. Posteriormente será verificado o comportamento de tal método nas aplicações que envolvam sistemas transientes, nos quais é necessário resolver a equação de Poisson a cada passo de tempo.

BIBLIOGRAFIA

- Briggs, W. L., 1987, "A Multigrid Tutorial", Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Shewchuk, J. R., 1994, "An Introduction to the Conjugate Gradient Method Without the Agonizing Pain", Carnegie Mellon University.
- Villar, M. M., 2007, "Análise Numérica Fina de Escoamentos Multifásicos Bidimensionais", Universidade Federal de Uberlândia.