SME5802

Introdução à Mecânica dos Fluidos Computacional Gustavo Carlos Buscaglia e Fernando Mut

ICMC - Ramal 8176, gustavo.buscaglia@gmail.com, fermut@gmail.com

Projetos finais:

Os projetos deverão constar de introdução teórica descrevendo as equações e métodos utilizados, de uma descrição da implementação, de uma seção de resultados numéricos bem motivados, analisados e discutidos, e de conclusões. O número de páginas incluindo figuras e tudo deverá ser de mínimo 4 e máximo 6, aproximadamente com o formato dessa página aqui.

1. (Alfredo Jaramillo) Considerar uma geometria do tipo contração súbita (step) com uma espesura de líquido pequena o suficiente para que seja válida a aproximação de lubrificação e comparar a solução de Navier-Stokes (MAC) com a solução da equação de Reynolds (por ser contração não haverá cavitação).
2. (Alonso Alvarez) Modificar o programa de escoamento completamente desenvolvido para resolver um modelo reológico não newtoniano apropriado para o sangue (em conduto retangular de dimensões parecidas com as de artérias menores, ~ 1 mm), com gradiente de pressão imposto que seja razoável fisiologicamente (variável no tempo).
3. (Camila Lages) Modificar o programa MAC de maneira a resolver o escoamento em um canal com um obstáculo retangular (não em contato com as paredes) e calcular numericamente a força que o fluido faz sobre o obstáculo.
4. (Carlos Bulant) Modificar o programa MAC para impor condições periódicas na direção x . Resolver um conduto com rugosidade periódica, calculando o fator de atrito como função do período da rugosidade.
5. (Gonzalo Ares) Modificar o programa MAC para poder utilizar Δx e Δy variável. Resolver o problema do “backward facing step” com suficiente precisão para comparar com resultados da literatura.
6. (Gonzalo Maso Talou) Modificar o programa de escoamento completamente desenvolvido de maneira a poder impor a vazão como função do tempo, em vez do gradiente de pressão. Aplicar a curvas de vazão típicas de artérias.
7. (Mariane Ceres) Aplicar o método MAC colocando obstáculos no escoamento inspirados em um meio poroso. Calcular a “permeabilidade equivalente” do meio (o fator que relaciona o gradiente de pressão com a velocidade média).
8. (Marilaine Colnago) Modificar o programa de escoamento completamente desenvolvido para poder resolver o escoamento em um conduto circular (colocando uma máscara). Comparar com a solução exata tanto em velocidade quanto em tensões nas paredes, etc., calculando experimentalmente a ordem de convergência. Ver se dá para melhorar a precisão com alguma modificação (pequena) do tratamento do contorno.
9. (Matheus Tozo) Adaptar o programa de escoamento completamente desenvolvido para um fluido não newtoniano, viscoelástico, com lei constitutiva de Giesekus.
10. (Rafael Almeida) Adaptar o programa de escoamento completamente desenvolvido para resolver também o campo de temperatura gerado pela dissipação viscosa, considerando que as paredes estão a temperatura $T = 0$. Calcular o transiente de aquecimento a partir de condição inicial com velocidade e temperatura nulas, impondo a $t = 0$ um gradiente de pressão independente do tempo.
11. (Daniel Souza) Simular o experimento de tráfego em pista circular. Estudar a geração e propagação de ondas de densidade de carros. <http://www.youtube.com/watch?v=Suugn-p5C1M>.
12. (Marcos Zambrano) Resolver com suficiente precisão o problema de “dam break” para comparar com solução exata (ou de referência). Para isto deverá, em particular, estudar, explicar e implementar o “sonic fix”.
13. (Sardar Hussain) Modificar o programa MAC para não fazer passo fracionado, isto é, resolver o problema acoplado velocidade-pressão de uma vez (matriz $3N \times 3N$). A discretização temporal deverá ser feita com o método ABCN:

$$\frac{u^{n+1} - u^n}{\Delta t} + \frac{3}{2}(u^n \cdot \nabla)u^n - \frac{1}{2}(u^{n-1} \cdot \nabla)u^{n-1} - \frac{1}{2Re}(\nabla^2 u^{n+1} + \nabla^2 u^n) + \nabla p^{n+1} = 0$$
$$\nabla \cdot u^{n+1} = 0$$

Aplicar ao problema do “backward facing step” e a algum problema transiente.

14. (Petrius Tambosi) Acoplar o método MAC com a equação de transporte e difusão da temperatura. Resolver a instabilidade de Rayleigh-Bénard, que acontece quando um fluido em repouso é colocado em contato com uma parede inferior quente ($T = 1$) e uma parede superior fria ($T = 0$). A densidade depende da temperatura segundo $\rho = \rho_0(1 - \beta T)$. As equações adimensionais a resolver (no domínio $0 < x_2 < 1$) acabam sendo

$$\begin{aligned} \partial_t u + (u \cdot \nabla)u - \nabla^2 u + \nabla p &= Ra Pr T \mathbf{e}_2 \\ \nabla \cdot u &= 0 \\ \partial_t T + (u \cdot \nabla)T - \frac{1}{Pr} \nabla^2 T &= 0 \end{aligned}$$

onde Ra é o número de Rayleigh e Pr o número de Prandtl. Tomaremos $Pr = 4$ (aproximadamente o da água). Se $Ra < 1700$ o fluido deveria permanecer em repouso. Se $Ra > 1800$ esperamos a formação das bonitas “celas de Bénard”. Resolver em domínio de comprimento (em x_1) no mínimo 6, com paredes adiabáticas a esquerda e direita.

15. (Vitor Pires) Implementar um método de volumes finitos para as equações de Euler unidimensionais e aplicar à resolução do “shock tube”, comparando com solução exata.