



EMEC-7012/MNUM-7023 DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL I – 2019/2

9º Trabalho Computacional – 27 Ago 2019

Entrega: 09 Set 2019

Questão única

Implementar um programa computacional para resolver numericamente, através do método de volumes finitos, o modelo matemático constituído pelas equações de conservação da massa e da quantidade de movimento linear (problema de Moody), relativo ao escoamento unidimensional de fluido incompressível com propriedades constantes, definido por

$$\text{MASSA: } \frac{\partial(uA)}{\partial x} = 0$$

$$\text{QML: } \rho A \frac{\partial u}{\partial t} + \rho \frac{\partial(Au^2)}{\partial x} = \mu \frac{\partial}{\partial x} \left(A \frac{\partial u}{\partial x} \right) - A \frac{\partial p}{\partial x} - S(u, A)$$

onde A = área do escoamento em cada coordenada x , t = tempo, u = velocidade, p = pressão, ρ = massa específica, μ = viscosidade e S = termo fonte.

Modelo numérico:

- Empregar o modelo descrito no capítulo 9 das notas de aula.
- Utilizar o esquema UDS na advecção e o CDS na difusão e na pressão.
- Aplicar as condições de contorno com volumes fictícios.
- Usar o método TDMA para resolver os dois sistemas de equações algébricas.

Dados: $N = 12$ (volumes de controle incluindo dois fictícios)

$$\begin{array}{llll} D_o = 2 \times 10^{-2} \text{ m} & C_D = 4 \times 10^{-3} & \Delta t = 1 \text{ s} & L = 5 \text{ m} \\ \mu = 1 \times 10^{-3} \text{ Pa.s} & \rho = 10^3 \text{ kg/m}^3 & f = 2 \times 10^{-2} & U_{in} = 10 \text{ m/s} \\ \text{Número de iterações no ciclo da MASSA} = 2 \end{array}$$

Depois de ter obtido a solução numérica, mas antes de gerar as tabelas e os gráficos, deve-se fazer o seguinte pós-processamento:

- $u(1) = U_{in}$
- $u(N) = (u(N-1) + u(N))/2$
- $p(1) = (p(1) + p(2))/2$
- $p(N) = (p(N-1) + p(N))/2$
- $p_{ref} = p(1)$
- $p(P) = p(P) - p_{ref}$, para $P = 1$ a N

onde os números e letras entre parênteses representam os volumes de controle; e 1 e N são volumes fictícios.

Resultados a apresentar:

- 1) Gráfico da variação de $u(N)$ em cada iteração (em escala logarítmica) *versus* número da iteração (em escala decimal). No mesmo gráfico, outra curva com a variação de dp em cada iteração, onde $dp = p(2) - p(N)$
- 2) Para a solução final, tabela contendo em cada linha: número do nó, x_P , a_w , a_p , a_e , b_p , onde
$$a_p u_p = a_w u_w + a_e u_E + b_p$$
- 3) Tabela contendo em cada linha: número do nó, x_P , u_P , incluindo os dois contornos.
- 4) Gráfico de u_P *versus* x_P , incluindo os dois contornos.
- 5) Tabela contendo em cada linha: número do nó, x_e , u_e , incluindo os dois contornos.
- 6) Gráfico do fluxo de massa na face leste de cada volume de controle, incluindo os dois contornos.
- 7) Para a solução final, tabela contendo em cada linha: número do nó, x_P , a_w , a_p , a_e , b_p , onde
$$a_p p'_p = a_w p'_w + a_e p'_E + b_p$$
- 8) Tabela contendo em cada linha: número do nó, x_P , p_P , p'_p , incluindo os dois contornos.
- 9) Gráfico de p_P *versus* x_P , incluindo os dois contornos.
- 10) Listagem impressa do programa computacional implementado.

RECOMENDAÇÕES:

- Usar como base o programa implementado no oitavo trabalho computacional.
- O programa computacional disponível no site da disciplina na pasta Cap09 pode ser usado para comparar os resultados.
- Usar precisão dupla e apresentar os resultados com pelo menos 10 algarismos significativos.
- Usar papel A4 branco ou folha com pauta; o texto deve ser impresso ou escrito a caneta.
- O trabalho deve ser feito individualmente. Em caso de dúvidas, entrar em contato com o professor antes do final do prazo de entrega do trabalho.
- A entrega pode ser feita por e-mail: lucianoaraki@gmail.com