



TM-701 DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL I – 2006/2

9º TRABALHO COMPUTACIONAL – 25 Ago 06

Até 19 Set 06 = esclarecimento de dúvidas; 22 Set 06 = entrega

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.
- Para interromper o processo iterativo, utilizar o procedimento recomendado na seção 4.2.5 de Marchi, C. H., Schneider, F. A., 2004, *Introdução à Mecânica Computacional*, Curitiba: UFPR. Disponível em <ftp://ftp.demec.ufpr.br/Disciplinas/Tm797/apostila/> no arquivo IMC_cap_04.pdf

Dados: $N = 12$ (volumes de controle incluindo dois fictícios)
 $D_o = 2 \times 10^{-2}$ m $C_D = 4 \times 10^{-3}$ $\Delta t = 1$ s $L = 5$ m
 $\mu = 1 \times 10^{-3}$ Pa.s $\rho = 10^3$ kg/m³ $f = 2 \times 10^{-2}$ $U_{in} = 10$ m/s
Número de iterações no ciclo da MASSA = 2

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) Listagem impressa do programa computacional implementado.
- 2) Gráfico do resíduo da MASSA e da QML *versus* iteração.
- 3) Para a solução final, tabela contendo em cada linha: número do nó, x_P , a_w , a_P , a_e , b_P , onde

$$a_P u_P = a_w u_W + a_e u_E + b_P$$

- 4) Tabela contendo em cada linha: número do nó, x_P , u_P , incluindo os dois contornos.
- 5) Gráfico de u_P *versus* x_P , incluindo os dois contornos.
- 6) Tabela contendo em cada linha: número do nó, x_e , u_e , incluindo os dois contornos.
- 7) Gráfico do fluxo de massa na face leste de cada volume de controle, incluindo os dois contornos.
- 8) Para a solução final, tabela contendo em cada linha: número do nó, x_P , a_w , a_P , a_e , b_P , onde

$$a_P p'_P = a_w p'_W + a_e p'_E + b_P$$

- 9) Tabela contendo em cada linha: número do nó, x_P , p_P , incluindo os dois contornos.
- 10) Gráfico de p_P *versus* x_P , incluindo os dois contornos.

RECOMENDAÇÕES:

- Usar como base o programa que você implementou para resolver o 8º trabalho computacional.
- Usar precisão dupla e apresentar os resultados com pelo menos 10 algarismos significativos.
- O programa computacional PROG7_CFD1, disponível no site da disciplina, pode ser usado para comparar os resultados.
- Usar papel A4 branco ou folha de caderno, com ou sem pauta, que não seja rascunho, e sem figuras decorativas.
- Identificar claramente cada item dos resultados a apresentar.
- O trabalho computacional deve ser feito individualmente. Se tiver alguma dúvida, entre em contato com o professor antes do prazo de entrega.