



TM-701 DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL I – 2007/2

**10º TRABALHO COMPUTACIONAL – 28 Ago 07**

Até 10 Set 07 = esclarecimento de dúvidas; 13 Set 07 = 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

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

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,  $\rho$  = massa específica,  $\mu$  = 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)  
 $D_o = 2 \times 10^{-2}$  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/m<sup>3</sup>       $f = 2 \times 10^{-2}$        $U_{in} = 10$  m/s  
Número de iterações no ciclo da MASSA = 2  
Número de iterações no ciclo externo = 1000

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) 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.

**RECOMENDAÇÕES:**

- Usar como base o programa que você implementou para resolver o 9º 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.