



**EMEC-7012/MNUM-7023 DINÂMICA DOS FLUIDOS COMPUTACIONAL I – 2018/2**

**10º Trabalho Computacional – 21 Ago 2018**

**Entrega: 16 Out 2018**

**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 em  $x$  e  $y$ , relativo ao escoamento bidimensional de fluido incompressível com propriedades constantes, definido por

$$\text{MASSA: } \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

$$\text{QMLx: } \rho \frac{\partial(u^2)}{\partial x} + \rho \frac{\partial(uv)}{\partial y} = \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - \frac{\partial p}{\partial x}$$

$$\text{QMLy: } \rho \frac{\partial(uv)}{\partial x} + \rho \frac{\partial(v^2)}{\partial y} = \mu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - \frac{\partial p}{\partial y} - B(x, y, Re = 1)$$

**Modelo numérico:**

- Empregar o modelo descrito no capítulo 11 das notas de aula, que envolve arranjo co-localizado de variáveis, SIMPLEC, malha uniforme em cada direção, condições de contorno com volumes fictícios e solução segregada das equações com o tempo.
- Utilizar o esquema UDS na advecção e o CDS na difusão e na pressão.
- Usar o método de Gauss-Seidel para resolver os três sistemas de equações algébricas.

**Dados:**  $N_x = N_y = 13$  (volumes de controle incluindo dois fictícios em cada direção)

$$\Delta t = 0.1 \text{ s} \quad I_M = 1 \quad I_V = 5 \quad I_p = 10 \quad \mu = 1 \text{ Pa}\cdot\text{s} \quad \rho = 1 \text{ kg/m}^3$$

C.C. e solução analítica: p. 193-195 de Shih et al. (1989); ver no 10º TC (arquivo Shih\_et\_al\_1989.pdf)

**Resultados a apresentar:**

- 1) Gráfico da variação de  $u(1/2;1/2)$  em cada iteração (em escala logarítmica) *versus* número da iteração (em escala decimal). No mesmo gráfico, outra curva com a variação de  $v(1/2;1/2)$  em cada iteração, e de  $p(1/2;1/2)$ .
- 2) Para  $y = 1/2$ , tabela contendo em cada linha (incluindo as condições de contorno):  $x$ ,  $v$  analítico e numérico, e o erro.
- 3) Gráfico de  $v$  analítico e numérico *versus*  $x$  para  $y = 1/2$ , incluindo os dois contornos.
- 4) Para  $x = 1/2$ , tabela contendo em cada linha (incluindo as condições de contorno):  $y$ ,  $u$  analítico e numérico, e o erro.
- 5) Gráfico de  $y$  *versus*  $u$  analítico e numérico para  $x = 1/2$ , incluindo os dois contornos.
- 6) Soluções analítica e numérica do fluxo de massa, e o erro.
- 7) Soluções analítica e numérica da força da tampa da cavidade sobre o fluido, e o erro.
- 8) Listagem impressa do programa computacional implementado.

Nos itens acima, para cada variável, **erro = solução analítica – solução numérica**

**RECOMENDAÇÕES:**

- O programa computacional disponível no site da disciplina na pasta Cap11 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.
- **ESTE TRABALHO SERÁ RESPONSÁVEL POR 30% DO CONCEITO FINAL DOS TRABALHOS COMPUTACIONAIS/LISTAS DE EXERCÍCIO.**