

**SME5802**  
**Introdução à Mecânica dos Fluidos Computacional**  
**Gustavo Carlos Buscaglia e Fernando Mut**

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

Os seguintes exercícios são sugeridos para a semana 5. Consultar ao forum se necessário.

1. Rode o programa estacionário do conduto retangular em várias condições. Verifique que se cumpram as seguintes propriedades e explique porquê:
  - (a) Se rodando com uma certa viscosidade  $\mu(x_1, x_2)$  e um certo valor de  $dp/dz$  é obtido um perfil discreto de velocidade  $\underline{W}$ , então se a viscosidade fosse  $\alpha \mu(x_1, x_2)$  e o gradiente de pressão  $\beta dp/dz$  (múltiplos dos valores com os quais foi obtido  $\underline{W}$ , sendo  $\alpha, \beta$  números reais) o perfil discreto de velocidade que seria obtido é  $(\beta/\alpha) \underline{W}$ .
  - (b) Programe o cálculo da vazão  $Q$  e da dissipação viscosa  $\mathcal{D}$ . Verifique, resolvendo para vários  $L_x$  e  $L_y$ , que a forma retangular que com o mesmo  $dp/dz$  conduz a mais vazão é a forma quadrada. Verifique também que a forma quadrada maximiza a dissipação. Verifique, ainda, que a dissipação total é igual a  $(dp/dz) Q$ .
2. Onde se produz a máxima dissipação por unidade de volume? Programe o cálculo discreto da dissipação viscosa volumétrica

$$\Phi = 2 \mu D\mathbf{u} : D\mathbf{u} = \mu \|\nabla w\|^2$$

como função de  $x$  e  $y$  e veja como se distribui espacialmente.

3. Pense e proponha uma maneira de modificar o programa para o caso que algumas celas no interior do domínio sejam marcadas como “sólidas”, e por tanto seja necessário impor  $w = 0$  no contorno delas. Programe ao menos um caso e verifique que funcione.
4. Pense e proponha uma maneira de modificar o programa para o caso em que algum contorno seja de “free slip”. Isto quer dizer que o fluido desliza por ele sem atrito, e por tanto a tensão de cisalhamento naquele contorno deve ser zero. Programe e verifique que funcione.
5. Pergunta para discussão: Gostaríamos de medir a ordem de precisão *no tempo* do programa transiente para condutos, isto é, independentemente do predito pela teoria, queremos medir a ordem de precisão do programa em si, mediante experimentos numéricos. Como fazer? Assim que tivermos alguma proposta boa, vamos tentar e ver o que obtemos, por exemplo com  $\theta = 0$ ,  $\theta = \frac{1}{2}$ ,  $\theta = 1$ ,  
....