A partir do problema de Navier-Stokes escrito em termos da função corrente e da vorticidade:
Dado R_e, encontrar $\omega(x,y)$ e $\psi(x,y)$ em $\Omega = [0,1] \times [0,1]$, tal que

$$-\Delta\omega + R_e \frac{\partial\psi}{\partial y}\frac{\partial\omega}{\partial x} - R_e \frac{\partial\psi}{\partial x}\frac{\partial\omega}{\partial y} = 0 \quad \text{em} \quad \Omega \tag{1}$$

$$\omega = -\Delta\psi \quad \text{em} \quad \Omega \tag{2}$$

faça:

1. Discretize as equações (1)-(2), supondo um problema quasi-estacionário, pelo método de direções alternadas (ADI) aplicando um esquema central para o termo convectivo e implemente um código computacional para simular este problema.

a) Considerando o problema da cavidade (lid-driven cavity flow), valide seu código usando os dados de *Ghia et al.* (ver slides) para diferentes valores do número de Reynolds (R_e). Para isso, utilize as seguintes relações para recuperar as componentes do campo de velocidade:

$$u = \frac{\partial\psi}{\partial y}; \qquad v = -\frac{\partial\psi}{\partial x}$$

b) Adotando $R_e = 1000$, reproduza uma das simulações que apresentam o valor máximo da função corrente (tabela nos slides) e compare os resultados.

c) Apresente gráficos da função corrente e vorticidade para diferentes valores do número de Reynolds (animações são muito bem vindas).

Observação: *em todos os casos estudados, apresente os dados utilizados relacionados a malha (h), tempo (Δt), número de iterações, critério de parada, tolerância e número de Reynolds.*