

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – PIRASSUNUNGA**

**ZEB0562**  
**CÁLCULO NUMÉRICO**



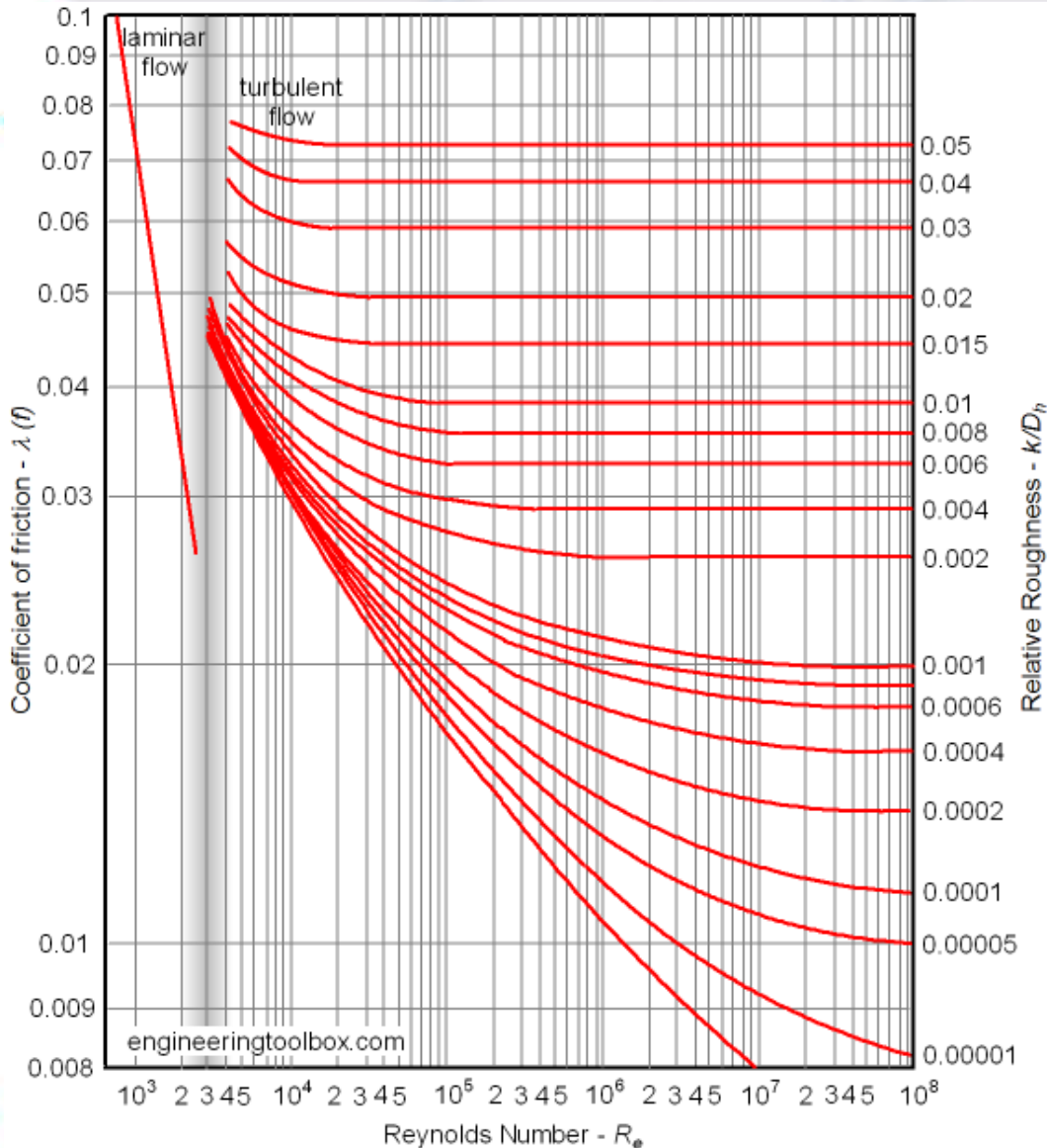
**PROF. DR. JOSÉ A. RABI**  
**DEPTO. ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**

## ZEROS DE FUNÇÕES: HANDS-ON TASK



- FATOR DE ATRITO PARA PERDA DE CARGA
- ESTIMATIVA DA RESPOSTA: DIAGRAMA MOODY
- DICA (SUGESTÃO) → MUDANÇA DE VARIÁVEL

# Fator de atrito para perdas de carga



## EQUAÇÃO DE COLEBROOK:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon_{\text{rel}}}{3.7} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

$f$  : fator de atrito

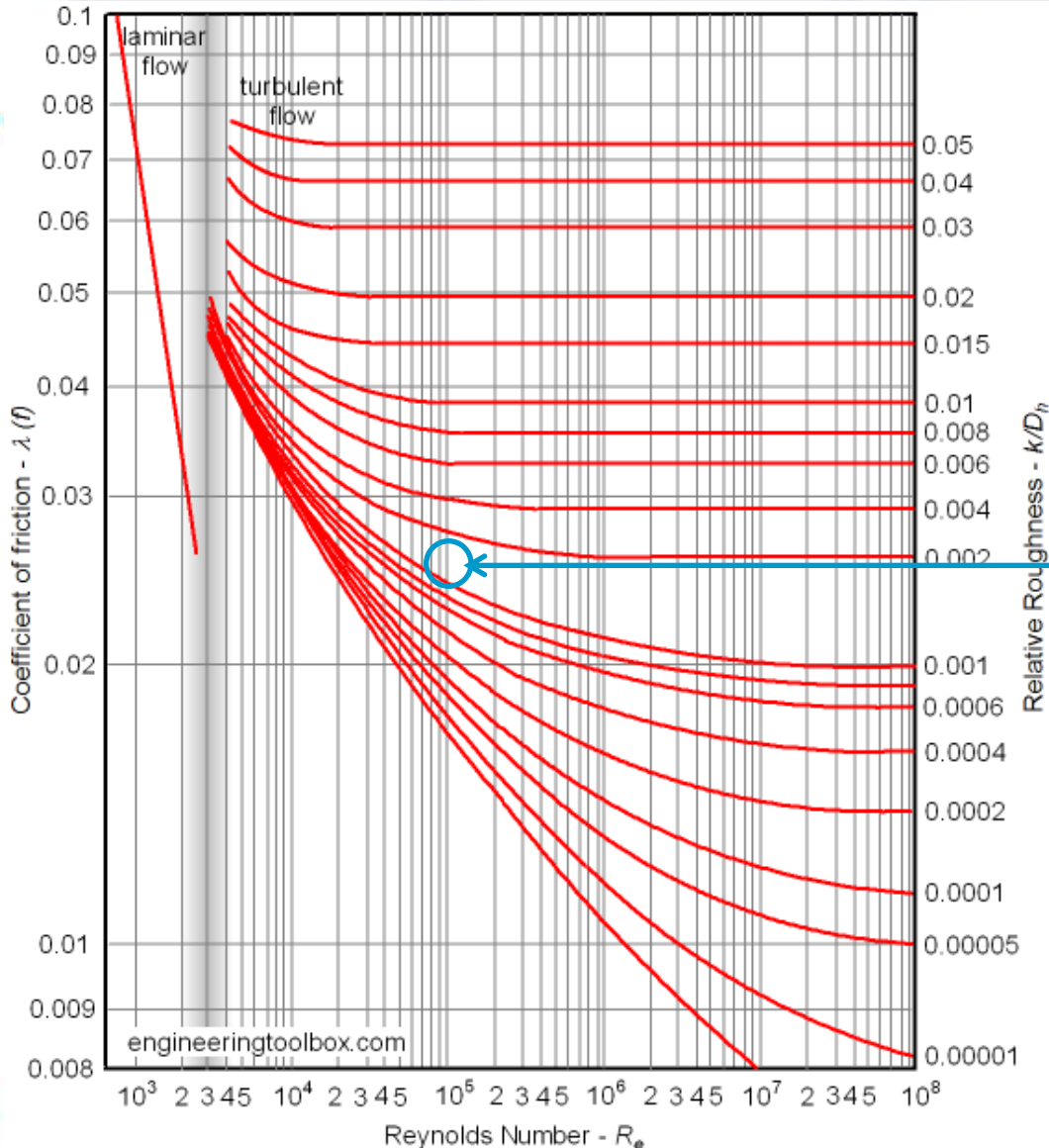
$\varepsilon_{\text{rel}} = \frac{\varepsilon}{D_h}$  : rugosidade relativa

$\text{Re} = \frac{v D_h}{\nu}$  : número de Reynolds

**Equação de Darcy-Weisbach para perda de carga linear  $h_{\text{loss}}$  :**

$$h_{\text{loss}} = f \frac{L}{D_h} \frac{v^2}{2g}$$

# Fator de atrito para perdas de carga



**EQUAÇÃO DE COLEBROOK:**

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon_{rel}}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

**Resolver numericamente para:**

$$\begin{cases} \varepsilon_{rel} = 0.0017 \\ Re = 105000 \end{cases}$$

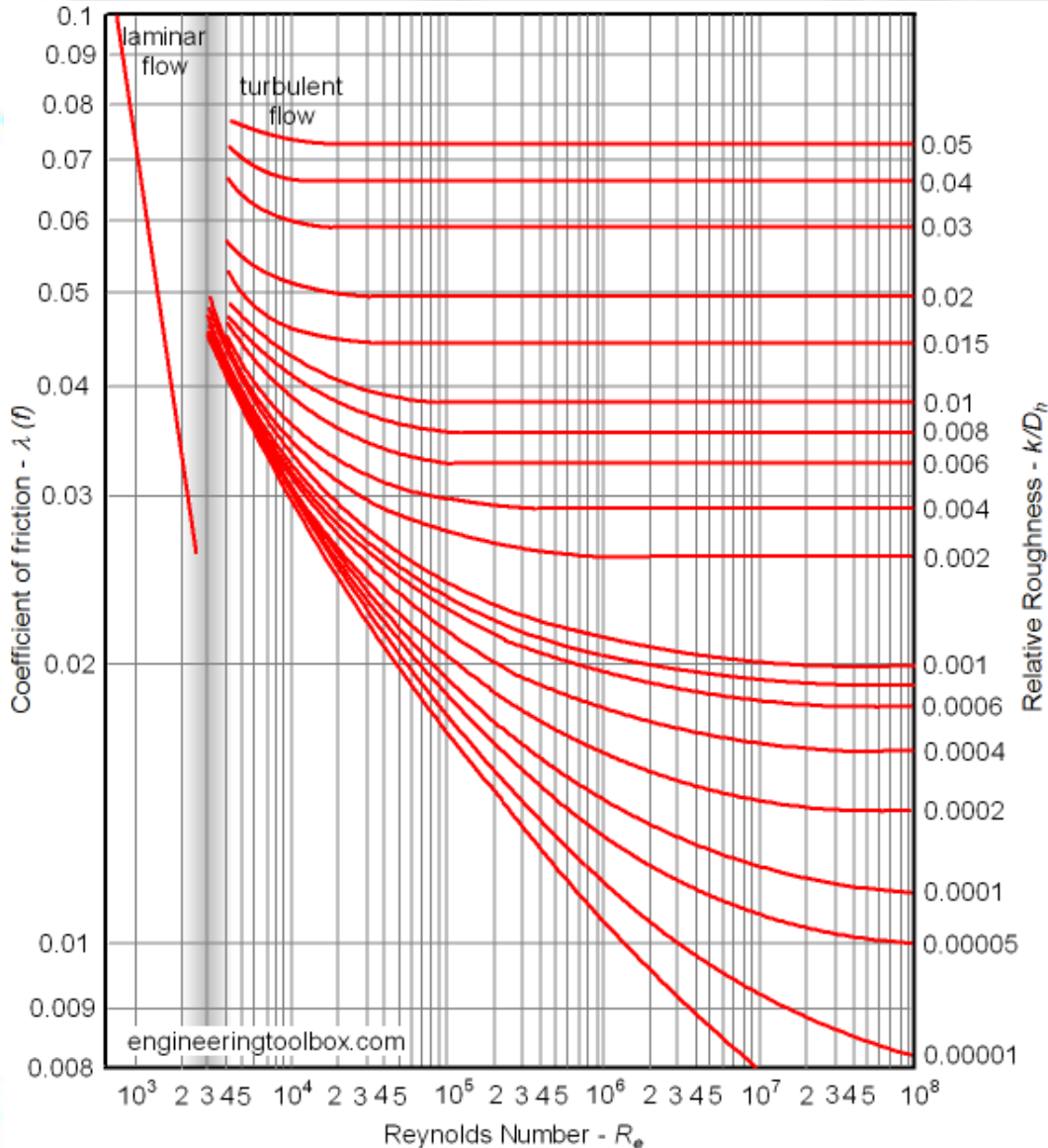
**Mas outros valores podem ser testados!**

**OBS: não é por tentativa-e-erro!**



**Escolher e implementar (via MS Excel) um dos três métodos iterativos apresentados**

# Fator de atrito para perdas de carga



**EQUAÇÃO DE COLEBROOK:**

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon_{\text{rel}}}{3.7} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right)$$

↓

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon_{\text{rel}}}{3.7} + \frac{2.51}{\text{Re}} \frac{1}{\sqrt{f}} \right)$$

**Sugestão: mudança de variável**

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = x \quad \Leftrightarrow \quad f = \frac{1}{x^2}$$