31/08/23 07:44

PME3201 Aula 2 31.08.2023

Turma 21B

esfera

Série de Taylor

$$F_D = F_D(v, \dots) \simeq f_0 + f_1 v + f_2 v^2 + \dots$$

$f_1 v$: $Re < 10$

$f_2 v^2$: $10^3 < Re < 10^5$

f_0: atrito seco, resistência ao rolamento

$f_1 v$: força viscosa

$f_2 v^2$: força arrasto aero ou hidrodinâmica

Número de Reynolds:

$$Re = \rho \frac{UD}{\eta}$$

para aumentar Re

$$\left.\begin{matrix} D\uparrow \Rightarrow U\uparrow \\ \eta\downarrow \end{matrix}\right\} \Rightarrow Re\uparrow$$

$$F_D = \underbrace{\frac{1}{2}\rho}_{b} C_D A v^2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$ cresce com D^2

$$P = mg \quad | \quad m = \rho_{st} V$$ cresce com D^3

Velocidade Terminal:

$$P - E = (m - \rho V) g = m' g = b v^2 \Rightarrow v_{ter} = \sqrt{\frac{m' g}{b}}$$

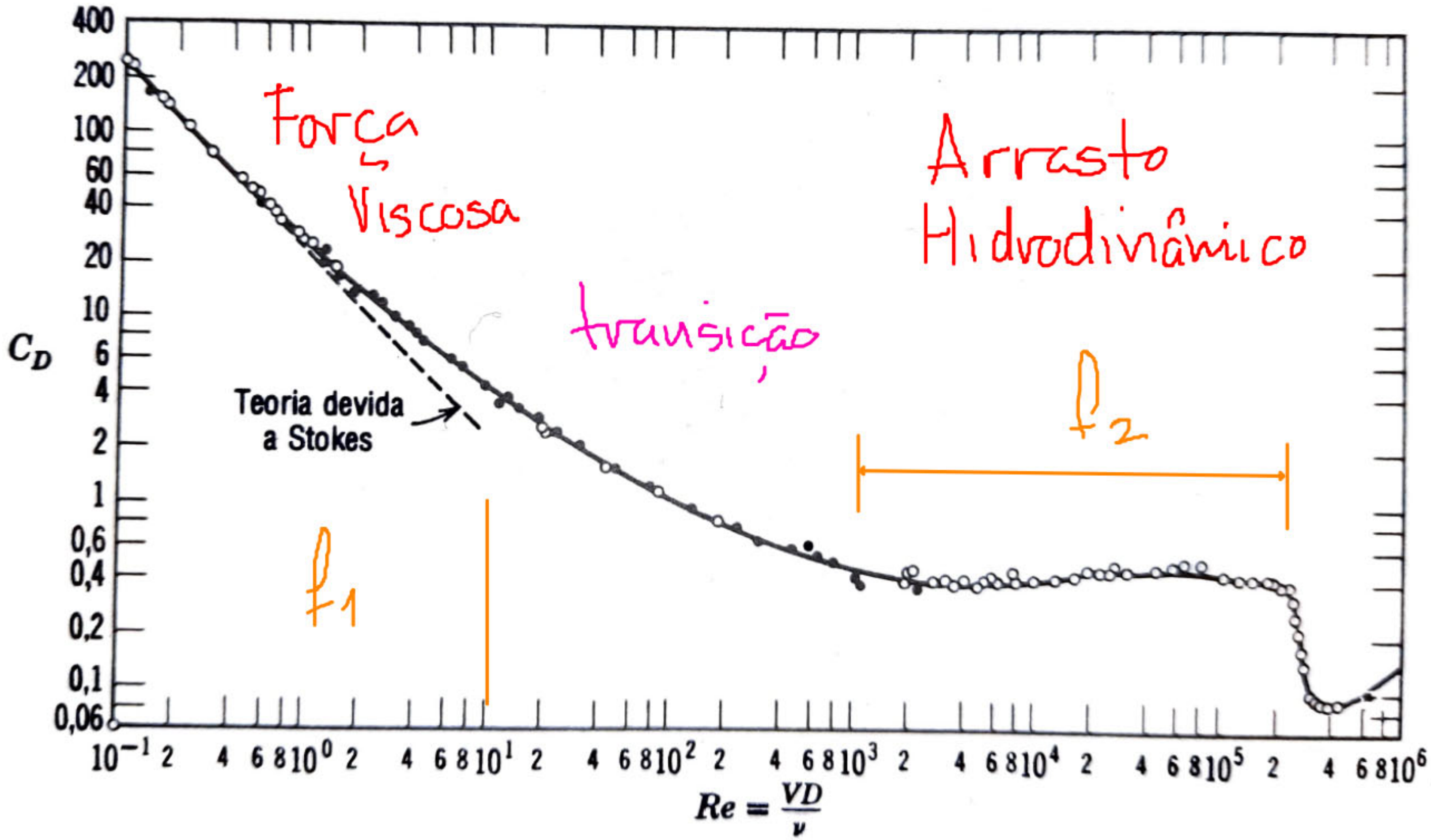

Fig. 8.32 Coeficiente de resistência para uma esfera em função do número de Reynolds (Ref. 13).

Fonte:
FOX, Robert W., McDONALD, Alan T. **Introdução à Mecânica dos Sólidos.** 2 ed., Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Dois, 1981. p.353-358.

$D = 10\ mm$ $\qquad C_D = 0{,}47 \quad (10^3 < Re < 10^5)$

$\rho = 910\ kg/m^3$ $\qquad \frac{\eta}{\rho} = 1100\ mm^2/s \quad Re = 13{,}8$

$\rho_{st} = 7860\ kg/m^3$

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{10}{2}\right)^3 = 524\ mm^3 \qquad A = \frac{\pi D^2}{4} = 78{,}5\ mm^2$$

$$m = \rho_{st} \cdot V = 4{,}11\ g$$

$$\rho V = 0{,}48\ g$$

$$\left.\right\} \ m' = 3{,}64\ g \qquad C_D = 0{,}47$$

$$b = \frac{1}{2}\rho C_D A = \frac{1}{2} \cdot 910 \cdot 0{,}47 \cdot 78{,}5\ 10^{-6} = 16{,}5\ 10^{-3}\ \frac{N}{(m/s)^2}$$

$$v_{ter} = \sqrt{\frac{m' g}{b}} = \sqrt{\frac{3{,}64 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{16{,}5 \cdot 10^{-3}}} = 1{,}47\ m/s$$

$$Re = \frac{\rho v D}{\eta} = \frac{1{,}47 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{1100 \cdot 10^{-6}} = 13{,}8\ ! \quad \therefore \quad C_D \neq 0{,}47$$

$$D = 16\,mm \qquad C_D = 0{,}47 \quad (10^3 < Re < 10^5)$$

$$\rho = 910\,kg/m^3 \qquad \frac{\eta}{\rho} = 1100\,mm^2/s \quad Re = 13{,}8$$

$$\rho_{st} = 7860\,kg/m^3$$

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{16}{2}\right)^3 = 2145\,mm^3 \qquad A = \frac{\pi D^2}{4} = 201\,mm^2$$

$$m = \rho_{st} \cdot V = 16{,}9\,g \quad \Big\} \quad m' = 14{,}9\,g \qquad C_D = 0{,}47$$

$$\rho V = 1{,}95\,g$$

$$b = \frac{1}{2}\rho C_D A = \frac{1}{2} \cdot 910 \cdot 0{,}47 \cdot 201 \cdot 10^{-6} = 43{,}0 \cdot 10^{-3}\,\frac{N}{(m/s)^2}$$

$$v_{ter} = \sqrt{\frac{m' g}{b}} = \sqrt{\frac{14{,}9 \cdot 10^{3} \cdot 10}{43{,}0\,10^{3}}} = 1{,}86\,m/s$$

$$Re = \frac{\rho v D}{\eta} = 27{,}1 \Rightarrow Re \ll 1000 \Rightarrow C_D \neq 0{,}47 \;!$$