

# Hidrodinâmica I

Revisão de Fundamentos da Mecânica dos Fluidos

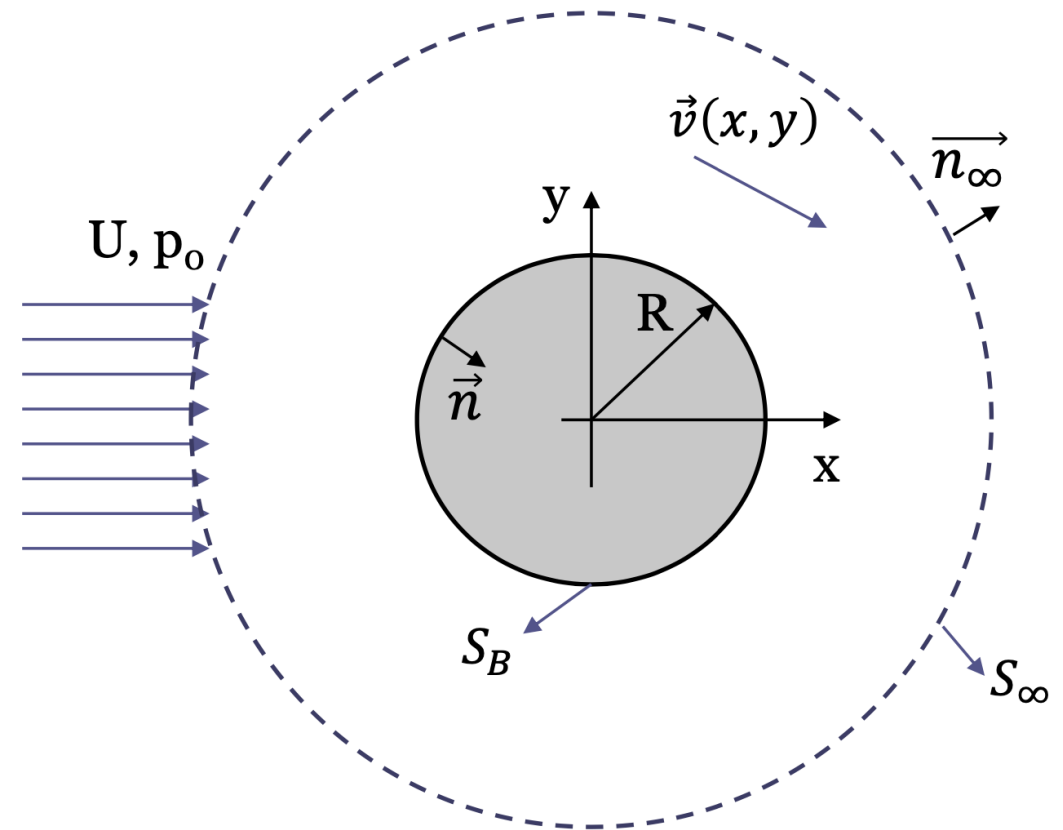


PNV3323 – Hidrodinâmica I

# Escoamento Uniforme ao redor do círculo

## Escoamento uniforme ao redor do círculo

Considere o problema de escoamento uniforme e permanente sobre um corpo rígido circular (2D) impermeável de raio  $R$ :

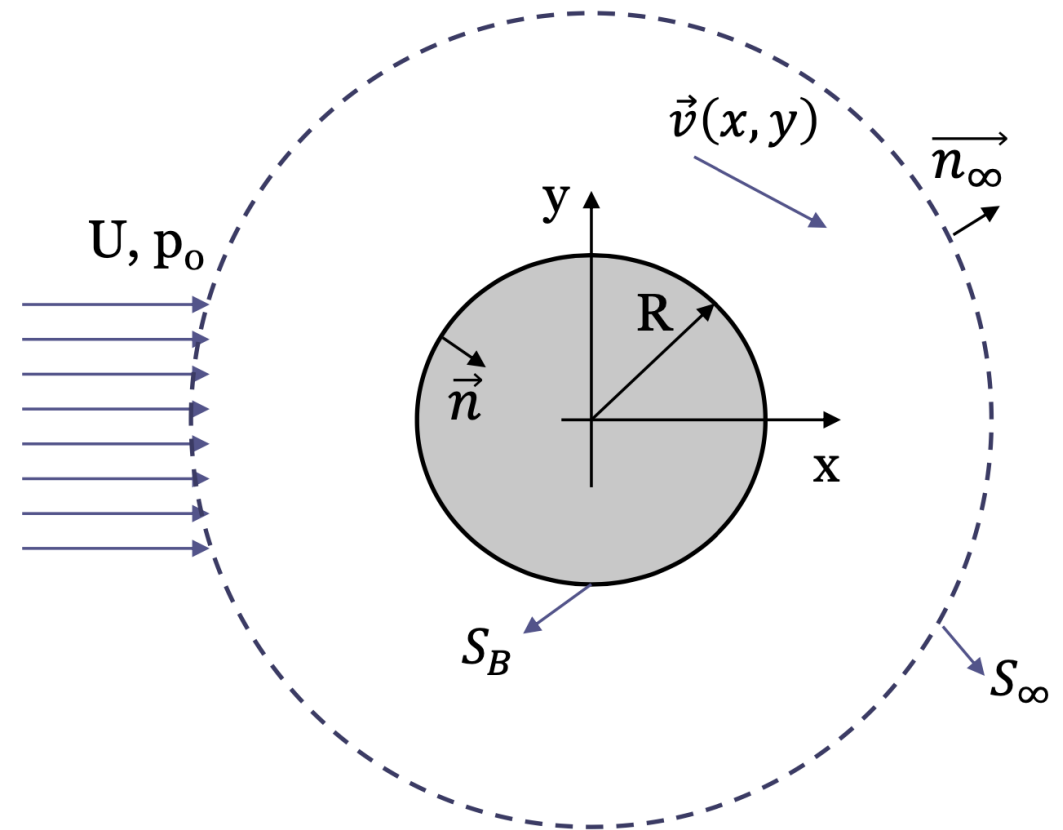


# Escoamento Uniforme ao redor do círculo

## Escoamento uniforme ao redor do círculo

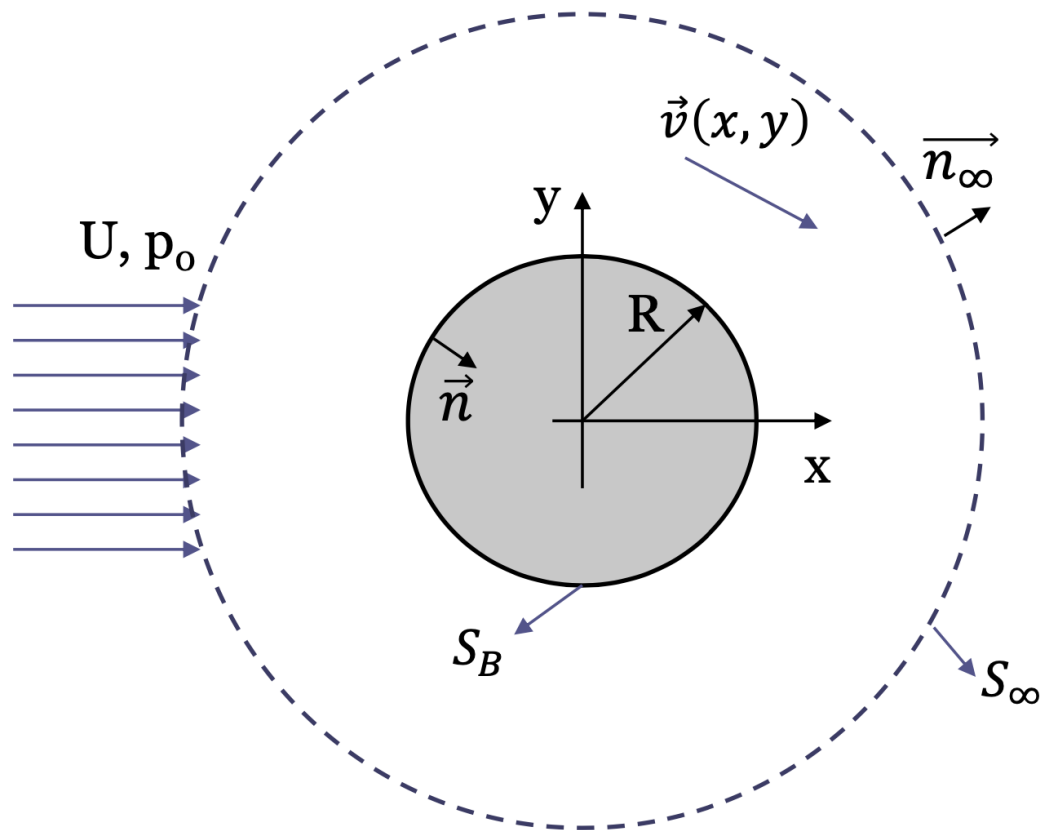
Empregando o modelo de escoamento potencial, pede-se:

1. Determine e escreva as condições de contorno apropriadas para a solução deste escoamento
2. Verifique que a função  $\phi(x, y) = Ux + \frac{UR^2}{x^2 + y^2}$  é solução do P.V.C.
3. Determine  $v_\theta(x, y)$  sobre SB
4. Determine  $p(x, y)$  sobre SB
5. Calcule a força hidrodinâmica resultante sobre o corpo

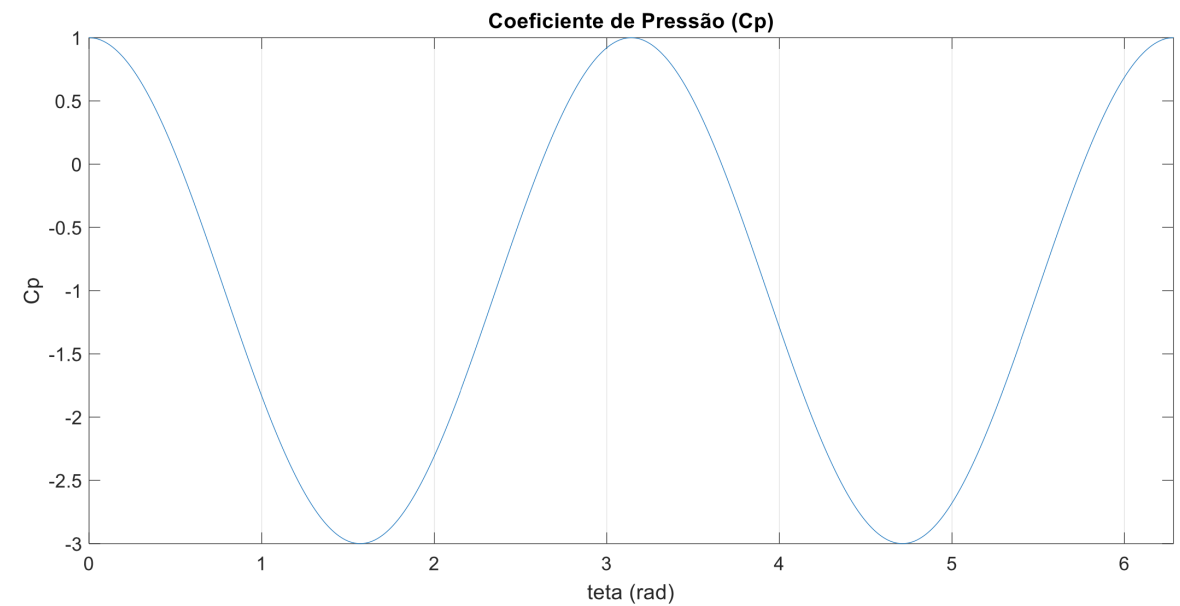


# Escoamento Uniforme ao redor do círculo

## Escoamento uniforme ao redor do círculo

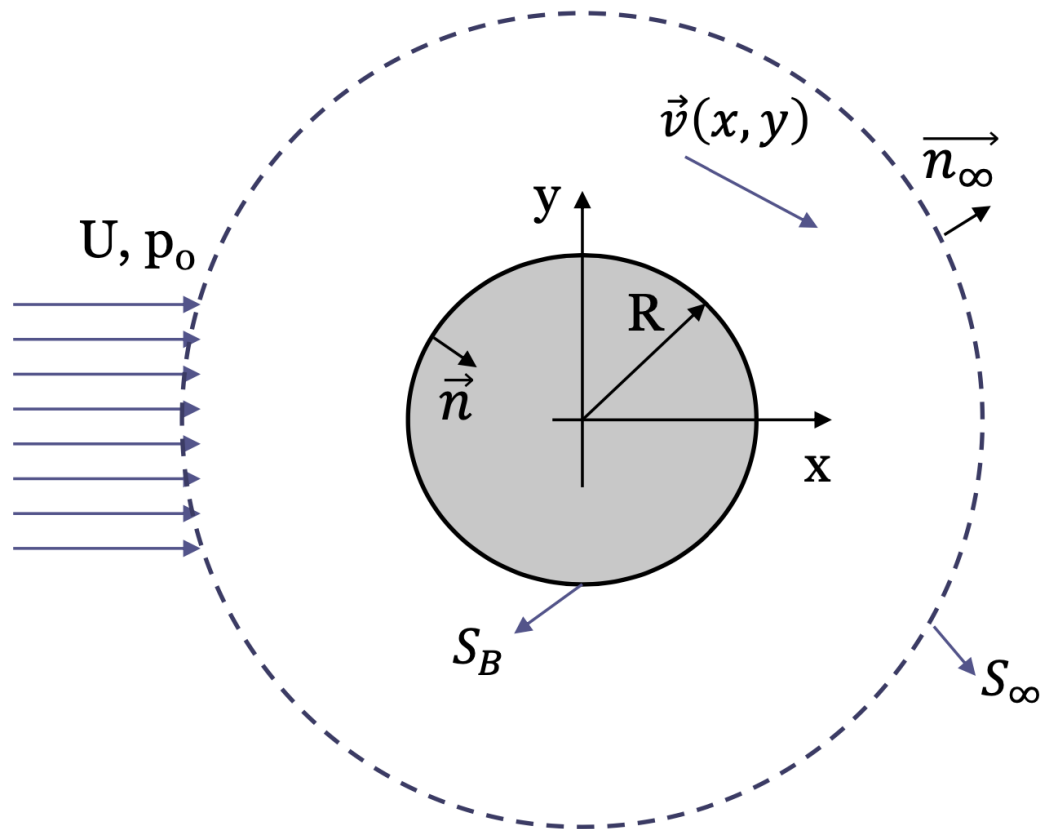


$$C(R, \theta) = 1 - 4\sin^2 \theta$$



# Escoamento Uniforme ao redor do círculo

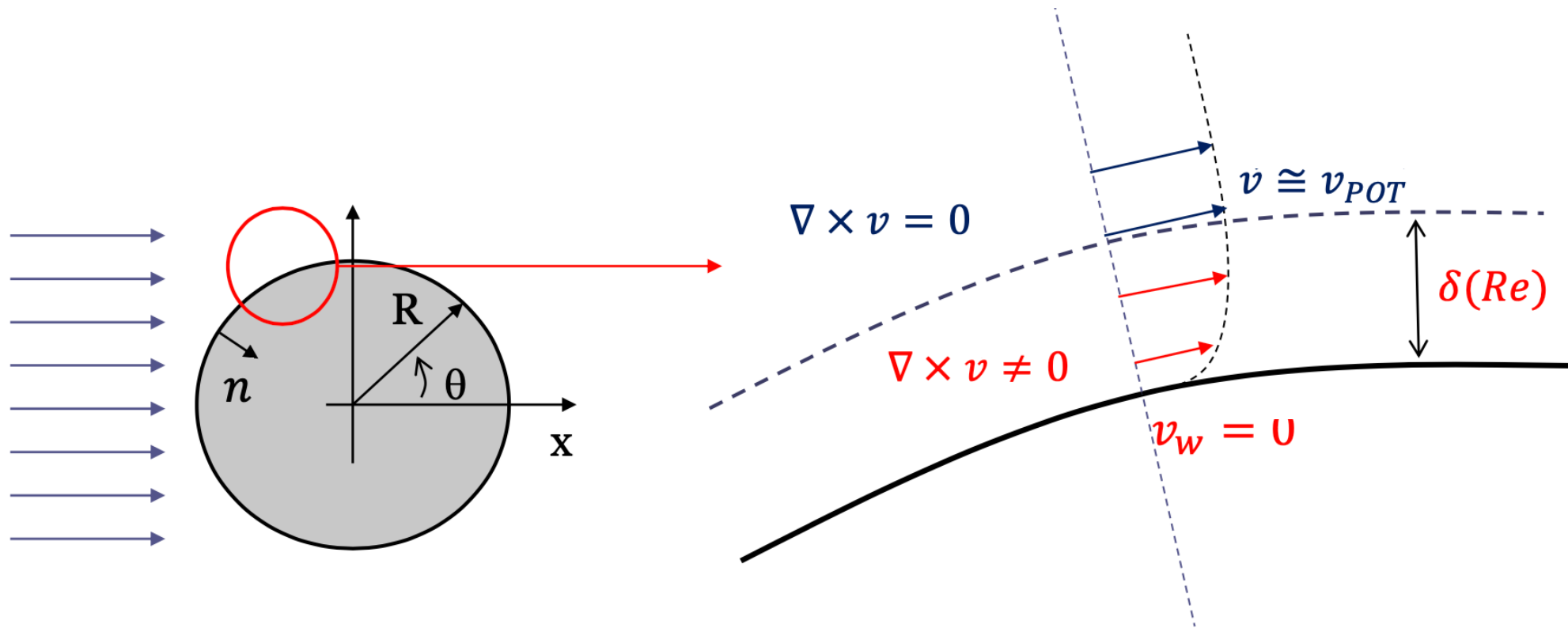
## Força resultante



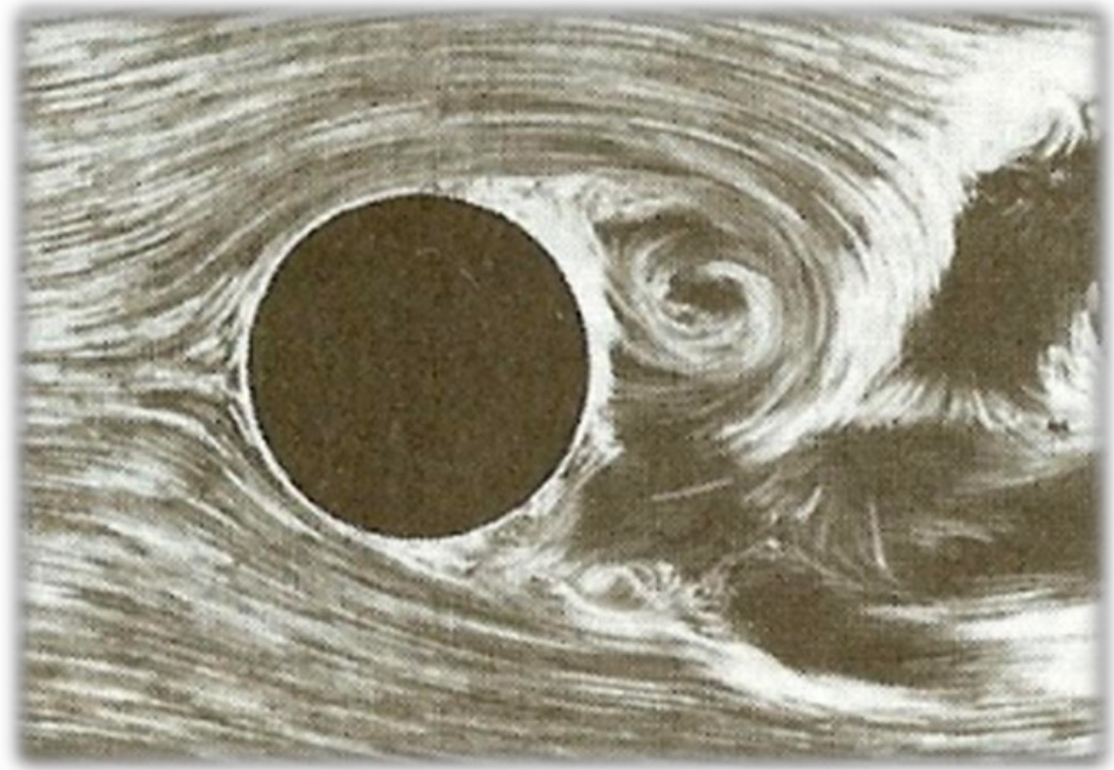
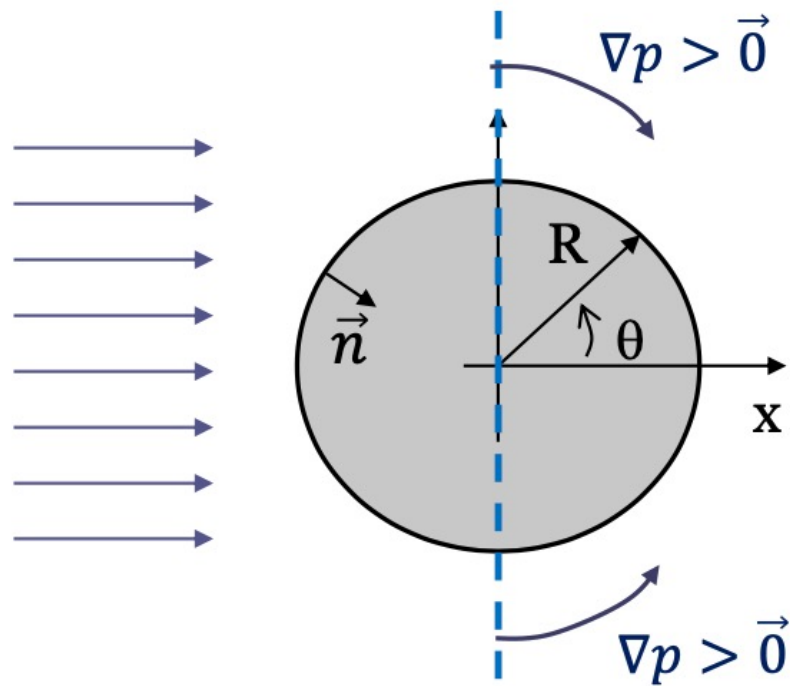
$$F = \int_{S_B} p(r, \theta) \vec{n}(r, \theta) dS = \vec{0}$$

Paradoxo de d'Alembert

# Fluído Real

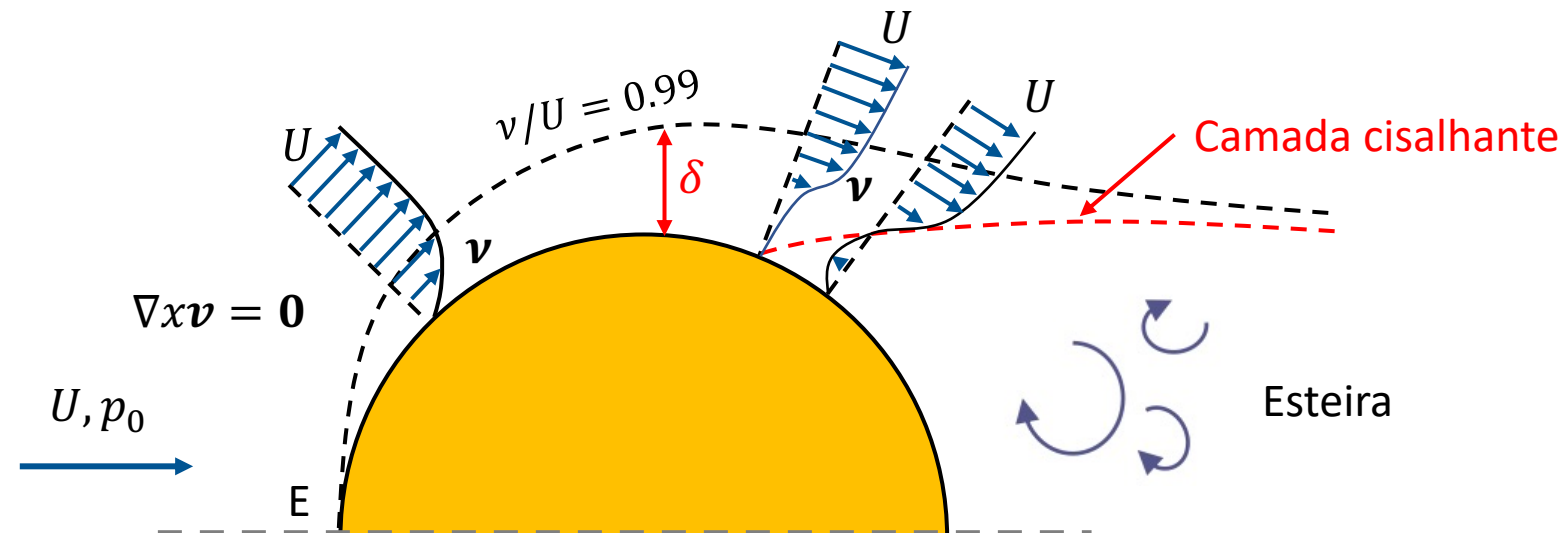


# Escoamento Real ao redor do círculo



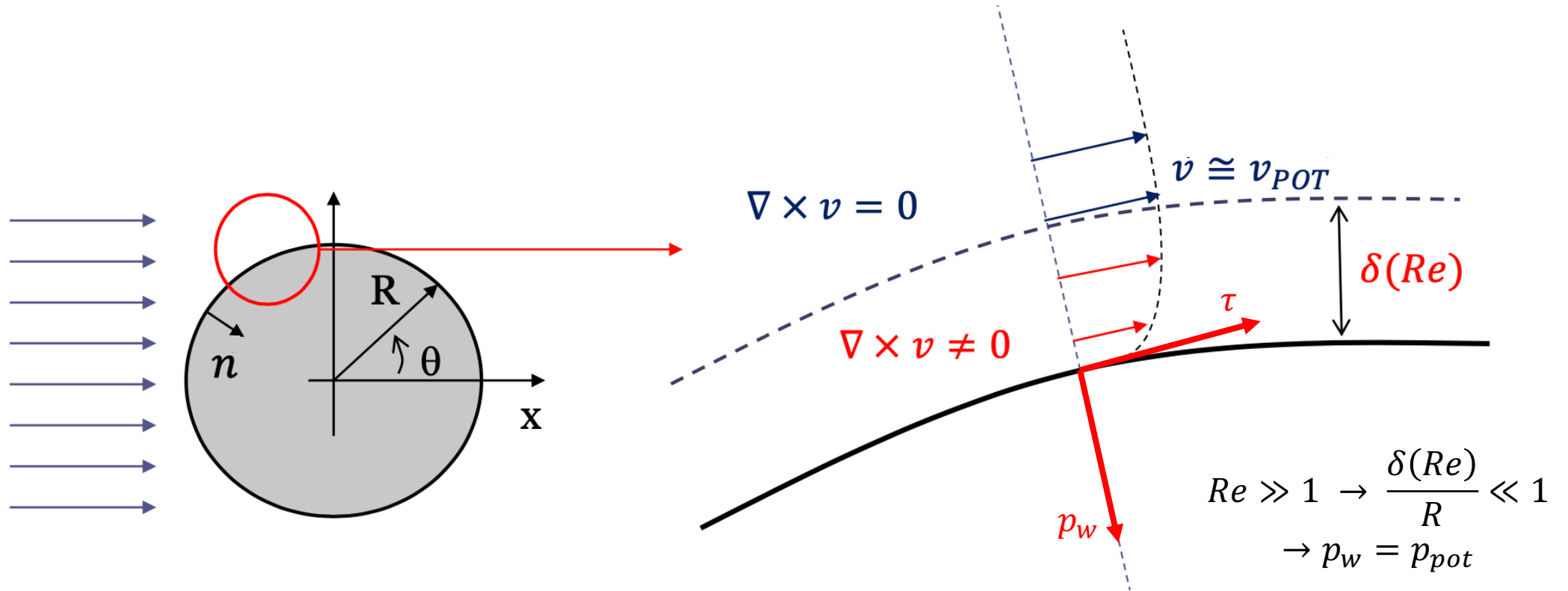
$Re \gg 1$

# Escoamento Real ao redor do círculo





# Fluído Real



$$\mathbf{F} = \mathbf{D} \neq \mathbf{0}$$



Precisamos fechar matematicamente o problema através de uma lei constitutiva que relacione o tensor viscoso com o campo de velocidade.

# Fluído Real

Modelo de força de contato do fluido *Newtoniano*: estabelece uma relação de proporcionalidade direta entre tensão e a taxa de deformação.

$$\tau = \mu \frac{\partial u}{\partial y}$$

A equação de Navier-Stokes:

$$\rho \left( \frac{d\bar{v}}{dt} + (\bar{v} \cdot \nabla) \bar{v} \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 \bar{v} + \rho \bar{g}$$