

Beneficiamento gravimétrico

Princípios de
fluidodinâmica

Reologia

Definição

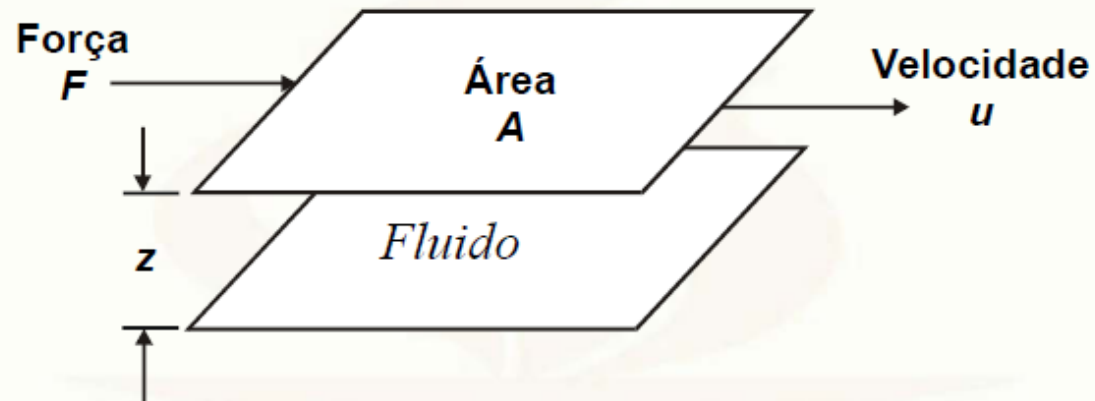
Ciência dedicada ao estudo da deformação e escoamento de materiais deformáveis.

Viscosidade

Definição

- Modelo constituído por duas lâminas separadas por uma distância z ;
- Quando existe uma força tangencial F sobre a lâmina superior, cada elemento do fluido percorre uma trajetória paralela com velocidade u ;

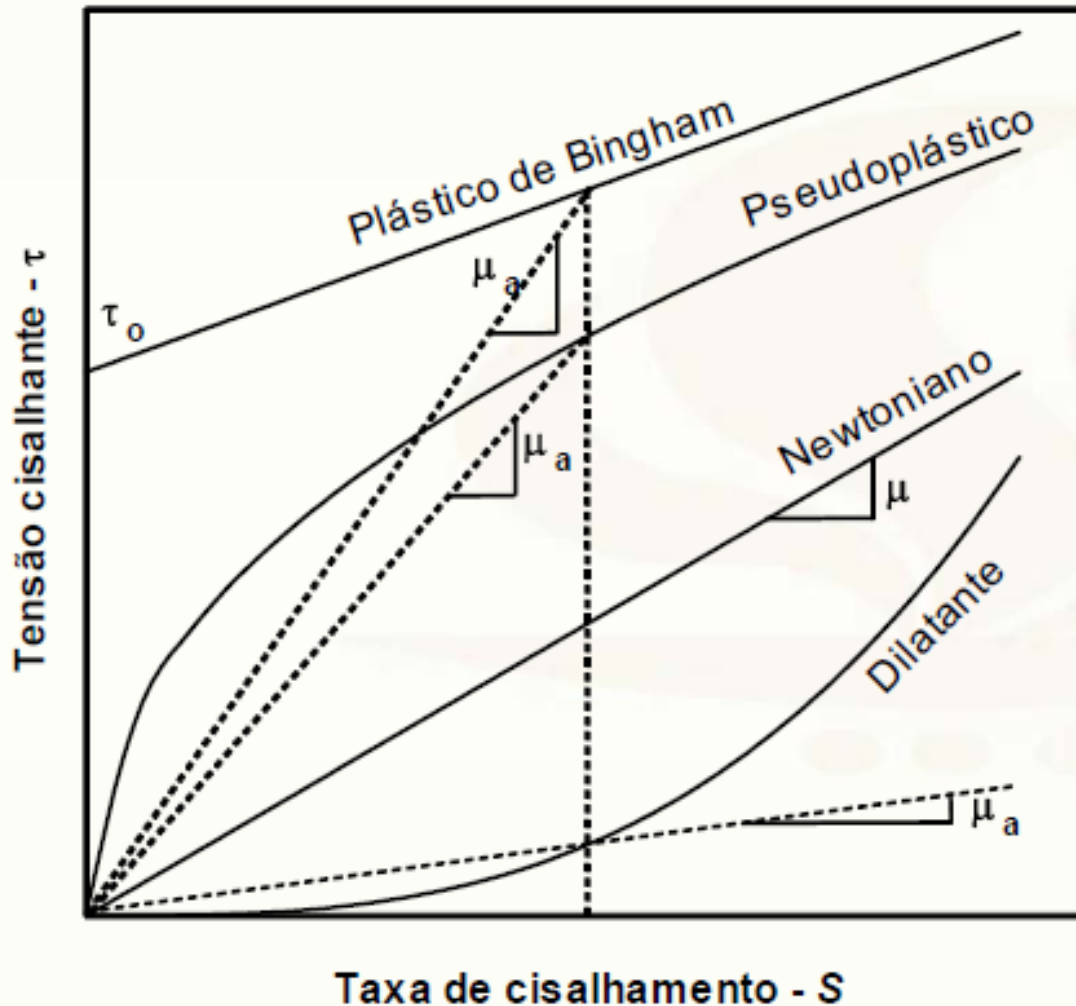
- A velocidade varia de u (superior) até zero (inferior);
- A constante de proporcionalidade μ é denominada viscosidade



$$\frac{F}{A} = \mu \frac{u}{z}$$

Comportamento reológico de fluídos

Lei da viscosidade de Newton



$$\frac{F}{A} = \mu \frac{u}{z}$$

$$\tau = dF / dA \quad S = du / dz$$

$$\tau = \mu S$$

Fluídos Newtonianos

Definição

- Nos fluidos Newtonianos a viscosidade é constante e independe da taxa de cisalhamento;
- Exemplos: Gases e diversos líquidos, inclusive água;
- Viscosidade influenciada pela temperatura e pressão;
- Unidades: Pa.s (SI)

Influência na reologia

Presença de partículas

A REOLOGIA é muito influenciada pela presença de partículas sólidas, que aumentam a viscosidade e modificam o comportamento reológico.

Albert Einstein provou que a viscosidade está relacionada com a concentração volumétrica de sólidos contidos em uma polpa;

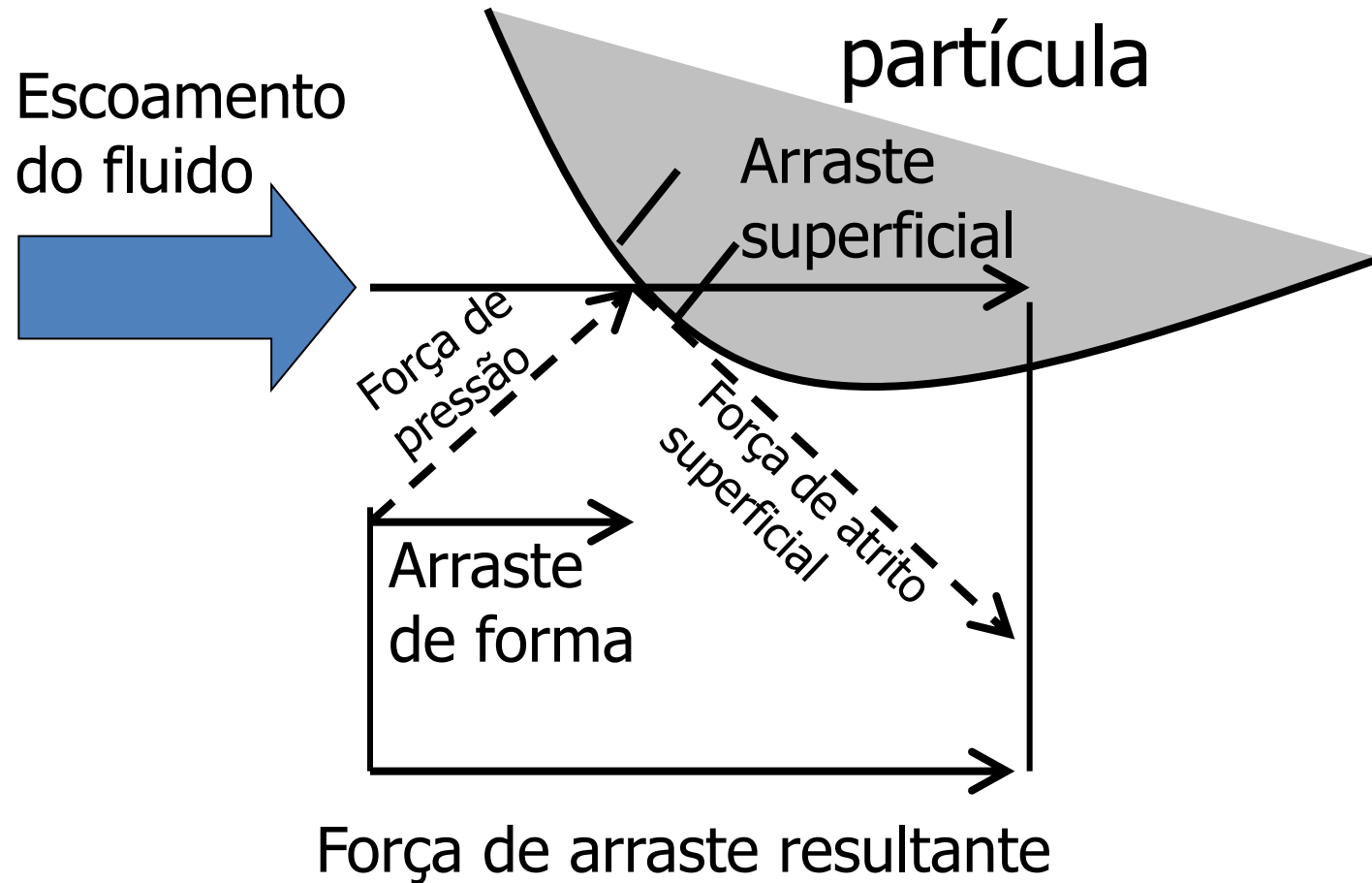
Movimento de partículas

Forças agindo sobre partículas

- Forças de campo, que podem ser a gravitacional, a eletrostática ou a magnética;
- Forças inercial, centrífuga;
- Força de pressão ou empuxo;
- Força difusiva;
- Força de contato: forças de interação e colisão de partículas entre si e de partículas com superfícies rígidas;
- Força de resistência fluidodinâmica.

Movimento de partículas

Forças de resistência fluidodinâmica



Movimento de partículas

Força de arraste: influências

- tamanho, forma e rugosidade da partícula;
- gradiente de velocidades do fluido não perturbado pela presença da partícula;
- proximidade de superfícies rígidas e de outras partículas;
- aceleração da partícula.

F_D = força de arraste

Movimento de partículas

Coeficiente de arraste C_D

A literatura indica que o coeficiente de arraste depende:

- do regime de escoamento;
- da forma da partícula e;
- da concentração de sólidos na polpa.

O regime de escoamento é dado pelo número de Reynolds (Re), o qual representa a razão entre as forças inerciais e difusivas agindo no interior do fluido.

Movimento de partículas

Número de Reynolds

$$Re_p = \frac{d_p v_\infty \rho_f}{\mu}$$

D_p = diâmetro

v_∞ = velocidade

ρ_f = densidade

μ = viscosidade

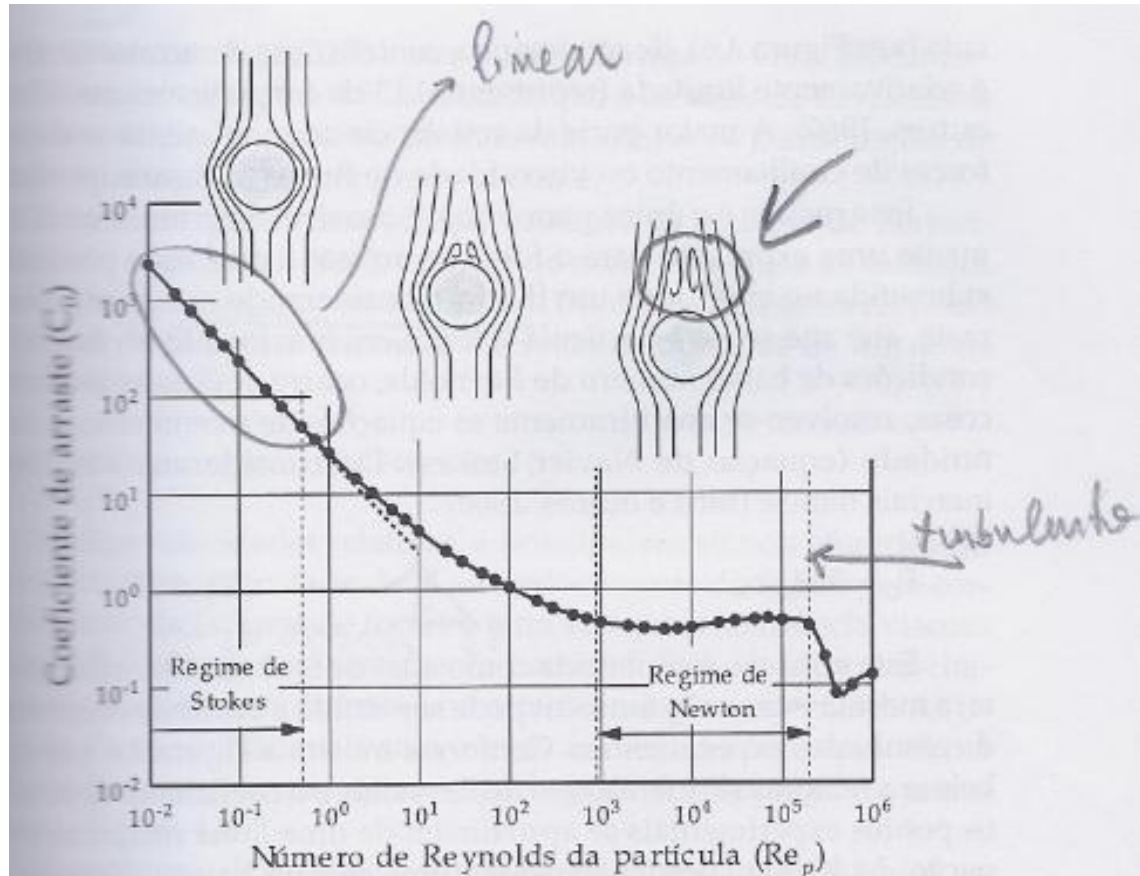


Figura 4.6. Relação entre o coeficiente de arraste e o número de Reynolds de partículas esféricas individuais. Os pontos experimentais foram obtidos de Lapple e Shepherd (1941).