

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA**

OPERAÇÕES UNITÁRIAS I

Prof. Antonio Carlos da Silva

ANÁLISE GRANULOMÉTRIA

- É realizada em equipamentos de laboratório.
- Uma amostra do material a ser analisado é colocada na peneira mais grossa das escolhidas. O conjunto é agitado por um intervalo de tempo definido, suficiente para haver separação completa das partículas. Pesa-se as quantidades retidas em cada peneira.
- Os resultados são apresentados na forma de tabelas ou gráficos, representando a “distribuição de tamanho” ou “granulometria” das partículas.
- Os resultados podem ser apresentados nas formas “diferencial” ou “acumulativa”, relacionando tamanho de partículas com frações mássicas.

Análise	Diferencial	Acumulativa
Massas retidas	Frações mássicas retidas entre cada duas peneiras	Frações mássicas retidas em cada peneira se utilizadas separadamente
Tamanho de partículas	Tamanho médio das partículas igual à média entre as aberturas das duas peneiras	Tamanho das partículas igual à abertura da peneira

Exemplo:

A análise granulométrica de uma amostra de 100 g de um material sólido particulado apresentou as seguintes massas:

Peneira (malha)	Abertura Serie Tyler (mm)	Massa retida (g)
4	4,699	0,00
6	3,327	2,05
8	2,362	6,38
10	1,651	18,72
14	1,168	27,42
20	0,833	18,77
28	0,589	10,47
35	0,417	7,53
48	0,295	4,32
65	0,208	2,70
100	0,147	1,64

Tabela de Análise Diferencial:

Peneira (malha)	Dp (mm)	$\Delta\phi$
4/6	4,0130	0,0205
6/8	2,8445	0,0638
8/10	2,0065	0,1872
10/14	1,4095	0,2742
14/20	1,0005	0,1877
20/28	0,7110	0,1047
28/35	0,5030	0,0753
35/48	0,3560	0,0432
48/65	0,2515	0,0270
65/100	0,1775	0,0164

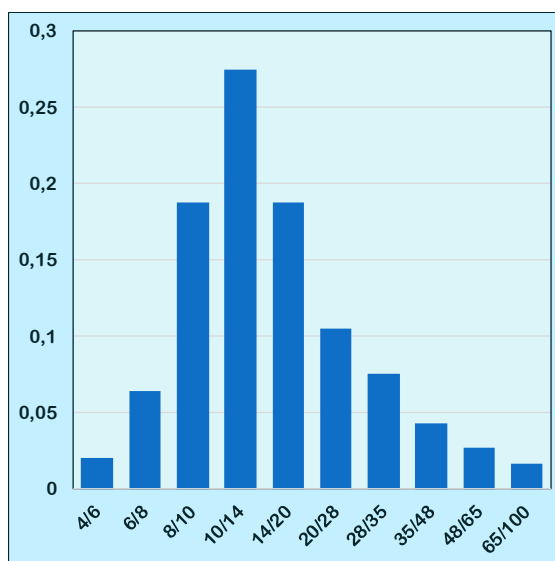
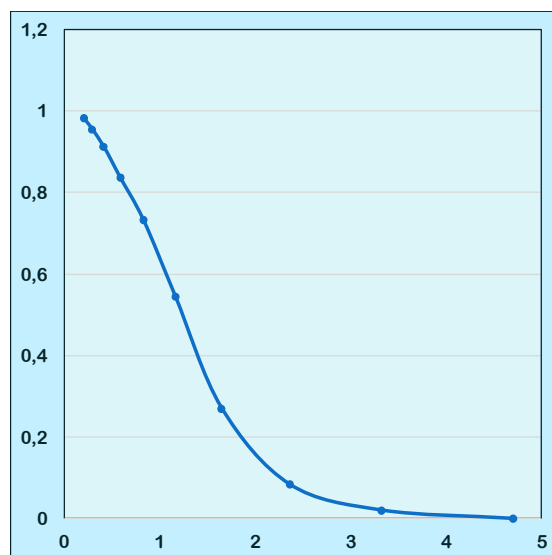


Tabela de Análise Acumulativa:

Peneira (malha)	Dp (mm)	ϕ
4	4,699	0,0000
6	3,327	0,0205
8	2,362	0,0843
10	1,651	0,2715
14	1,168	0,5457
20	0,833	0,7334
28	0,589	0,8381
35	0,417	0,9134
48	0,295	0,9566
65	0,208	0,9836
100	0,147	1,0000



NÚMERO DE PARTÍCULAS E SUPERFÍCIE ESPECÍFICA

- São cálculos realizados para materiais com partículas de forma.
- Supondo uma amostra de partículas de mesmo tamanho (Dp), com massa total m e massa específica ρ :
- Número de partículas = Volume total / volume de cada partícula

$$Np = \frac{m/\rho}{a \cdot Dp^3}$$

- Superfície específica:

$$Ap = Np \cdot Sp = \frac{m/\rho}{a \cdot Dp^3} \cdot 6 \cdot b \cdot Dp^2 = \frac{6 \cdot \lambda \cdot m}{\rho \cdot Dp}$$

- Para análise granulométrica diferencial: $m = \Delta\phi$

$$Np = \frac{\Delta\phi_1}{a \cdot \rho \cdot Dp_1^3} + \frac{\Delta\phi_2}{a \cdot \rho \cdot Dp_2^3} + \frac{\Delta\phi_3}{a \cdot \rho \cdot Dp_3^3} + \dots + \frac{\Delta\phi_n}{a \cdot \rho \cdot Dp_n^3}$$

$$Np = \frac{1}{a \cdot \rho} \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\phi_i}{Dp_i^3}$$

$$Ap = \frac{6 \cdot \lambda \cdot \Delta\phi_1}{\rho \cdot Dp_1} + \frac{6 \cdot \lambda \cdot \Delta\phi_2}{\rho \cdot Dp_2} + \frac{6 \cdot \lambda \cdot \Delta\phi_3}{\rho \cdot Dp_3} + \dots + \frac{6 \cdot \lambda \cdot \Delta\phi_n}{\rho \cdot Dp_n}$$

$$Ap = \frac{6 \cdot \lambda}{\rho} \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\phi_i}{Dp_i}$$

- Para análise granulométrica acumulativa: $m = d\phi$

$$Np = \frac{1}{a \cdot \rho} \int_0^1 \frac{d\phi}{Dp^3}$$

$$Ap = \frac{6 \cdot \lambda}{\rho} \int_0^1 \frac{d\phi}{Dp}$$