



MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO II

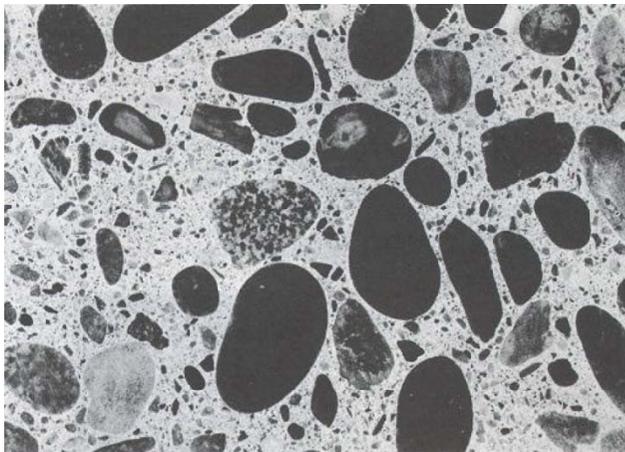
AGREGADOS

1. Definição. Generalidades. Noções de Granulometria. Série de Peneiras. Classificação. Emprego.

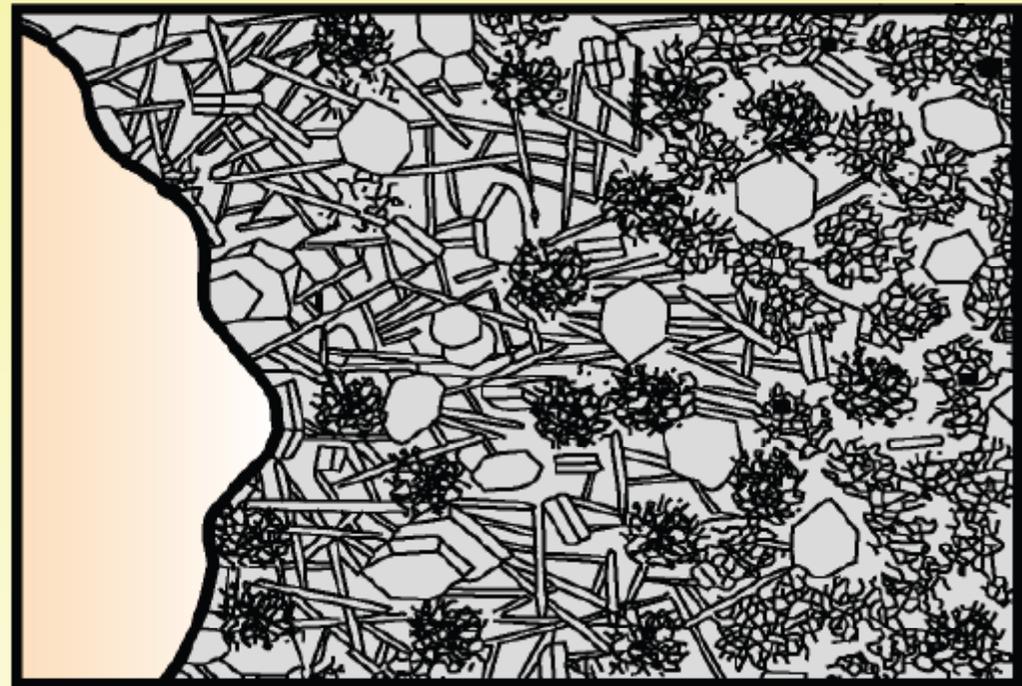
Agregados: Definição

- Material granular, sem forma e volume definidos, geralmente inerte, de dimensões e propriedades adequadas para uso em obras de engenharia;
- Ex: rochas britadas, seixos rolados, materiais de jazidas provenientes de alterações de rocha.
- Aplicação: lastro de vias férreas, bases para calçamentos, adicionados aos solos para pavimentação, composição de revestimentos betuminosos, e confecção de argamassas e concretos.

Aggregados: Generalidades



Zona de transição interfacial



Agregado

Zona de transição
interfacial

Pasta de
cimento

Agregados: Generalidades



Gnaisse

Rocha metamórfica

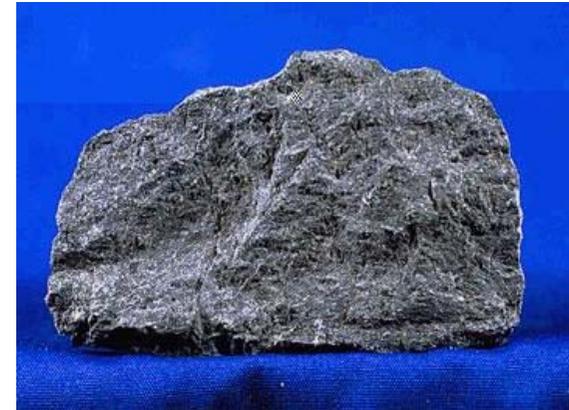
60 -110 MPa



Granito

Rocha ígnea plutônica

80 -180 MPa



Basalto

Rocha ígnea vulcânica

140 -180 MPa

Agregados: Generalidades



Seixo rolado
(pedregulho, cascalho)

Agregados: Generalidades



Calcário

Agregados: Classificação

Quanto à origem ou obtenção da forma particulada:

- **artificiais** (ou industrializados)
- **naturais**
- **reciclados**

sendo artificiais as areias e pedras provenientes do britamento de rochas, pois necessitam da atuação do homem para modificar o tamanho dos seus grãos. Como exemplo de naturais, temos as areias extraídas de rios ou barrancos e os seixos rolados (pedras do leito dos rios). Agregados reciclados: oriundos de resíduos (de construção e demolição).

Há autores que classificam como artificiais aqueles agregados que são obtidos por processos especiais de fabricação, tais como: escória de alto-forno, argila expandida etc.

Agregados: Classificação

Quanto ao peso específico (aparente):

- **leves** ($<1120\text{kg/m}^3$)*
argila expandida
pedra-pomes
- **médios**
granito
gnaisse
basalto
cascalho
calcário
- **pesados** ($>2080\text{kg/m}^3$)*
hematita

*(Mehta e Monteiro, 2006)

Agregados: Granulometria

3.3 Série normal e série intermediária

Conjunto de peneiras sucessivas que atendem à NBR 5734, com as seguintes aberturas discriminadas:

<u>Série Normal</u>	<u>Série Intermediária</u>	
ABNT 76 mm	-	
-	ABNT 64 mm	
-	ABNT 50 mm	
ABNT 38 mm	-	
-	ABNT 32 mm	
-	ABNT 25 mm	
ABNT 19 mm	-	
-	ABNT 12,5 mm	
ABNT 9,5 mm	-	
-	ABNT 6,3 mm	
#4 ABNT 4,8 mm	-	↑ Agregado graúdo (95%)
ABNT 2,4 mm	-	
ABNT 1,2 mm	-	↓ Agregado miúdo (95%)
ABNT 0,600 mm	-	
ABNT 0,300 mm	-	
ABNT 0,150 mm	-	
	-	

Agregados: Granulometria

Agregado miúdo classificado (NBR-7211/1983 antiga)

Tabela 1 - Limites granulométricos de agregado miúdo

Peneira ABNT	Porcentagem, em peso, retida acumulada na peneira ABNT, para a			
	Zona 1 (muito fina)	Zona 2 (fina)	Zona 3 (média)	Zona 4 (grossa)
9,5 mm	0	0	0	0
6,3 mm	0 a 3	0 a 7	0 a 7	0 a 7
4,8 mm	0 a 5 ^(A)	0 a 10	0 a 11	0 a 12
2,4 mm	0 a 5 ^(A)	0 a 15 ^(A)	0 a 25 ^(A)	5 ^(A) a 40
1,2 mm	0 a 10 ^(A)	0 a 25 ^(A)	10 ^(A) a 45 ^(A)	30 ^(A) a 70
0,6 mm	0 a 20	21 a 40	41 a 65	66 a 85
0,3 mm	50 a 85 ^(A)	60 ^(A) a 88 ^(A)	70 ^(A) a 92 ^(A)	80 ^(A) a 95
0,15 mm	85 ^(B) a 100	90 ^(B) a 100	90 ^(B) a 100	90 ^(B) a 100

Agregados: Granulometria

Limites da composição granulométrica do agregado graúdo pela NBR-7211/2005

Peneira com abertura de malha (NBR NM ISO 3310-1)	Porcentagem, em massa, retida acumulada.				
	Zona granulométrica d/D ¹				
	4,75/12,5	9,5/25	19/31,5	25/50	37,5/75
75 mm	-	-	-	-	0 - 5
63 mm	-	-	-	-	5 - 30
50 mm	-	-	-	0 - 5	75 - 100
37.5 mm	-	-	-	5 - 30	90 - 100
31.5 mm	-	-	0 - 5	75 - 100	95 - 100
25 mm	-	0 - 5	5 - 25 ²	87 - 100	-
19 mm	-	2 - 15 ²	65 ² - 95	95 - 100	-
12.5 mm	0 - 5	40 ² - 65 ²	92 - 100	-	-
9.5 mm	2 - 15 ²	80 ² - 100	95 - 100	-	-
6.3 mm	40 ² - 65 ²	92 - 100	-	-	-
4.75 mm	80 ² - 100	95 - 100	-	-	-
2.36 mm	95 - 100	-	-	-	-

Agregados: Granulometria

NOMENCLATURA	DIMENSÕES
Brita 01	de 4,75 a 25mm
Brita 02	de 9,5 a 31,5mm
Brita 03	de 19 a 50mm
Brita 0	de 2,36 a 12,5mm
Pedrisco misto	< 12,5mm
Pó de pedra	< 6mm
Bica corrida	< 31,5mm ou <50mm
Brita 1/2"	de 9 a 13mm
Brita graduada	de acordo com especificação do cliente

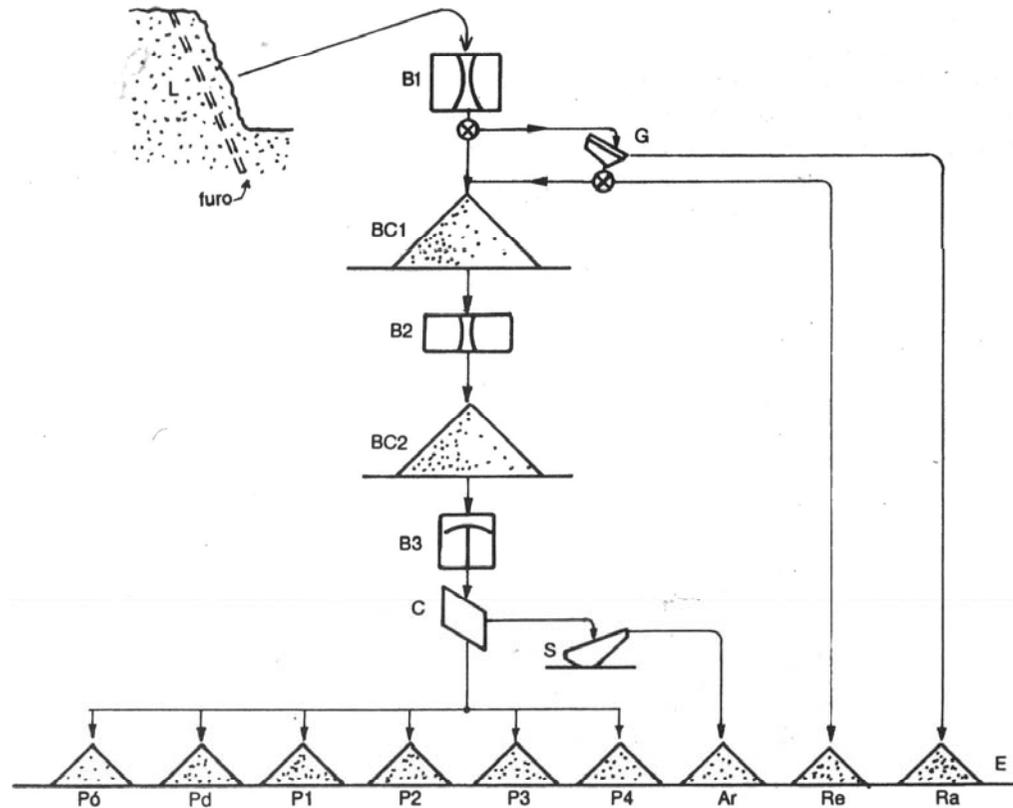
Tabela comercial Votorantim

Pedra de mão: de 76mm a 250mm

Matacão: > 250mm

Filler: < 0,150mm

Agregados: britagem



PRODUÇÃO	B2 – britador secundário	Ar – areia	P2 – pedra 2
L – lavra	B3 – britador terciário	Pó – pó de pedra	P3 – pedra 3
B1 – britador primário	C – peneiras de classificação	Pd – pedrisco	P4 – pedra 4
G – grelha	S – separador de areia	P1 – pedra 1	Re – restolho
BC1 – bica-corrida primária	E – estocagem		Ra – rachão
BC2 – bica-corrida secundária			



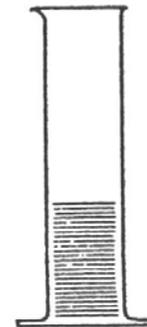
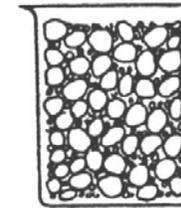
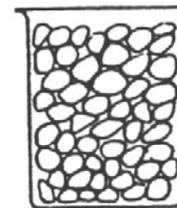
Agregados: composição granulométrica

**Variedade do tamanho
dos agregados**

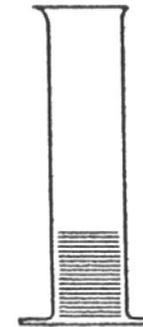
X

volume de vazios

- trabalhabilidade
- economia
- permeabilidade
- resistência



25 mm



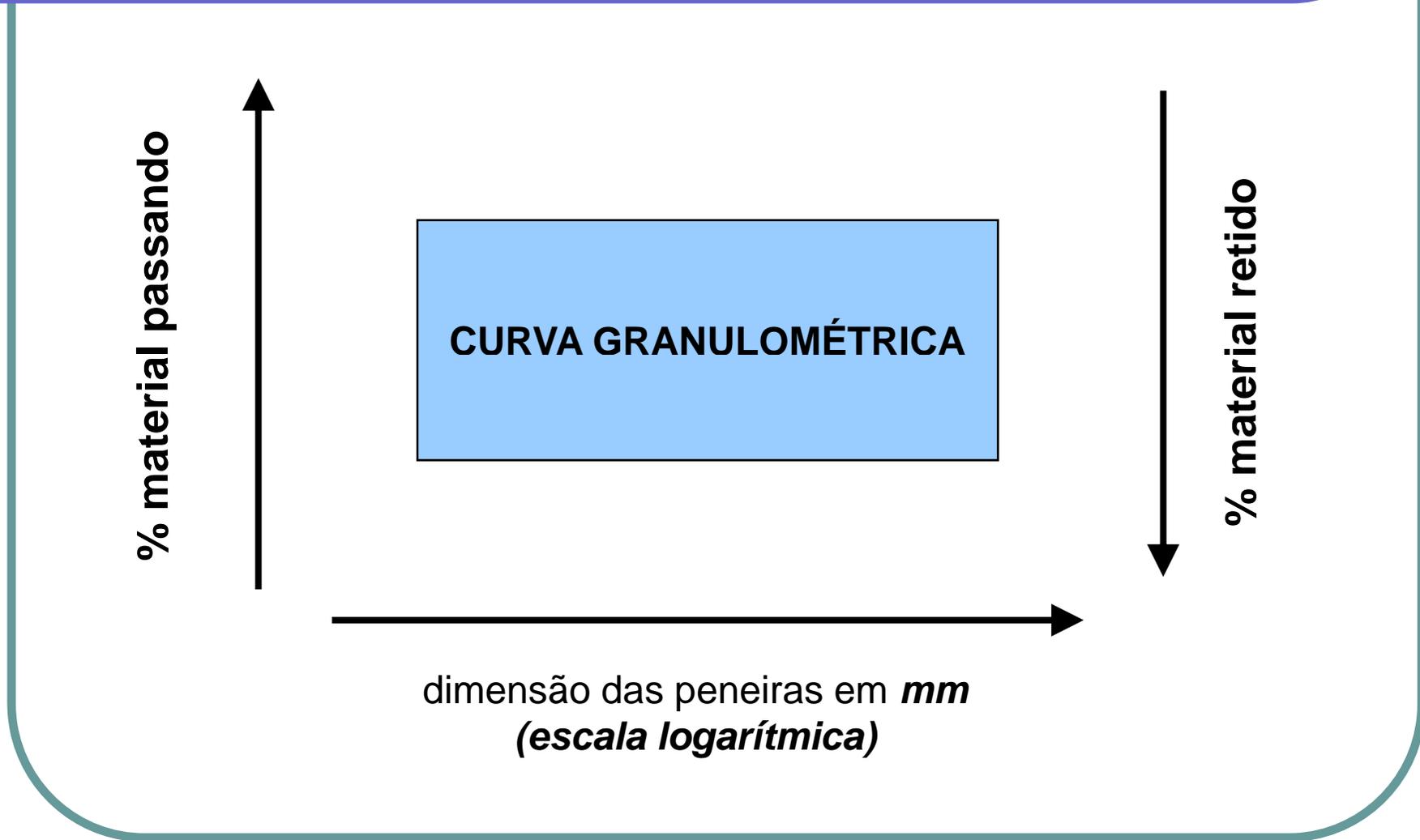
9 mm

Agregados: composição granulométrica

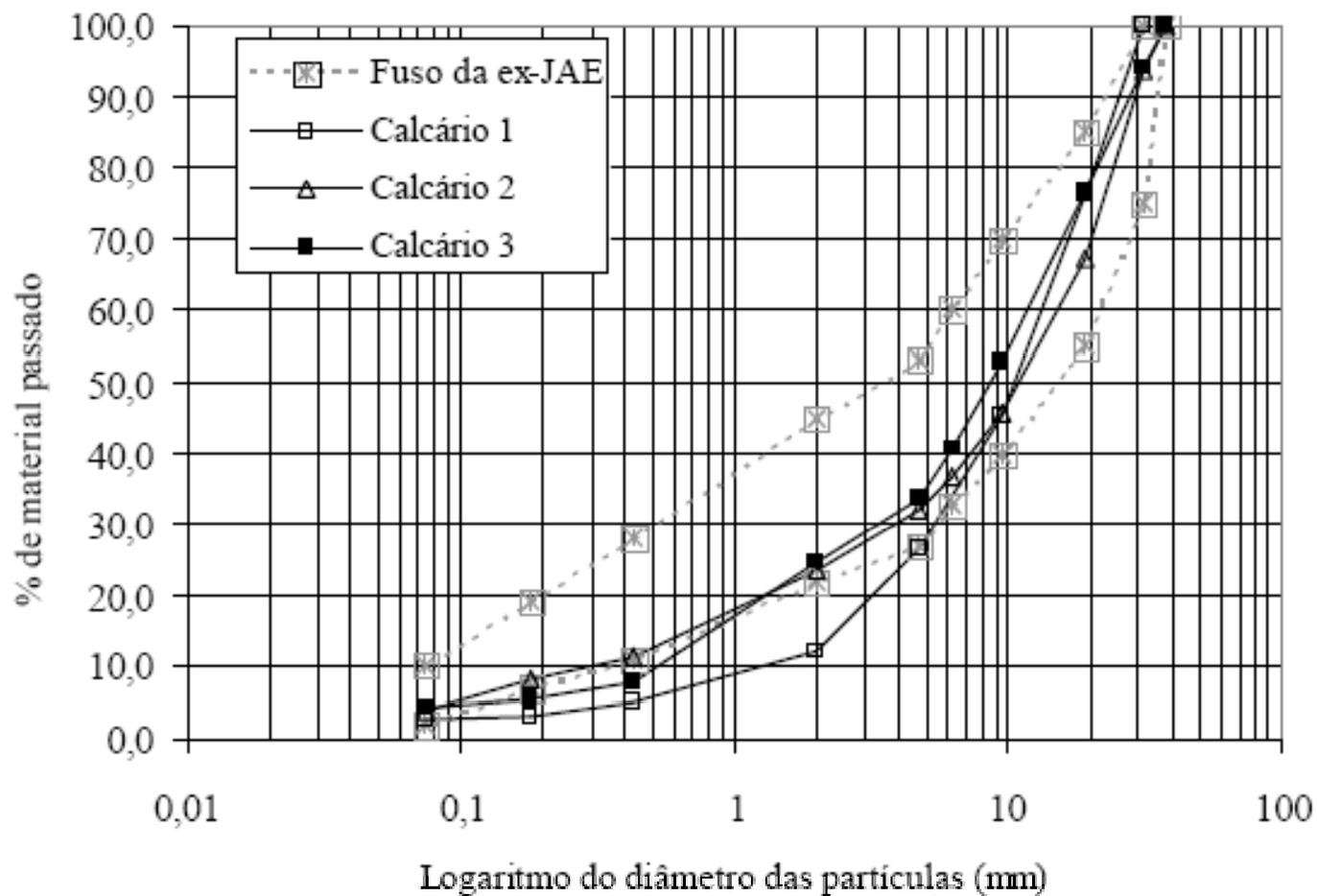
- A composição granulométrica mostra a distribuição dos grãos que constituem os agregados;
- É geralmente expressa em termos de porcentagens individuais ou acumuladas retidas em cada uma das peneiras da série normal ou intermediária;

Peneiras		Material Retido (g)
Número	(mm)	
2 1/2"	64	
2"	50	
1 1/2"	38	
1 1/4"	32	
1"	25	
3/4"	19	
1/2"	12,5	
3/8"	9,5	
1/4"	6,3	
4	4,8	
8	2,4	
16	1,2	
30	0,6	
50	0,3	
100	0,15	
200	0,075	
Prato		
Total		

Agregados: curva granulométrica



Agregados: exemplo de curva granulométrica



Agregados: Granulometria

Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo pela NBR-7211/2005:

Peneira com abertura de malha (NBR NM ISO 3310-1)	Porcentagem, em massa, retida acumulada.			
	Limites inferiores		Limites superiores	
	Zona utilizável ²	Zona ótima ¹	Zona ótima ¹	Zona utilizável ³
9,5 mm	0	0	0	0
6,3 mm	0	0	0	7
4,75 mm	0	0	5	10
2,36 mm	0	10	20	25
1,18 mm	5	20	30	50
600 µm	15	35	55	70
300 µm	50	65	85	95
150 µm	85	90	95	100

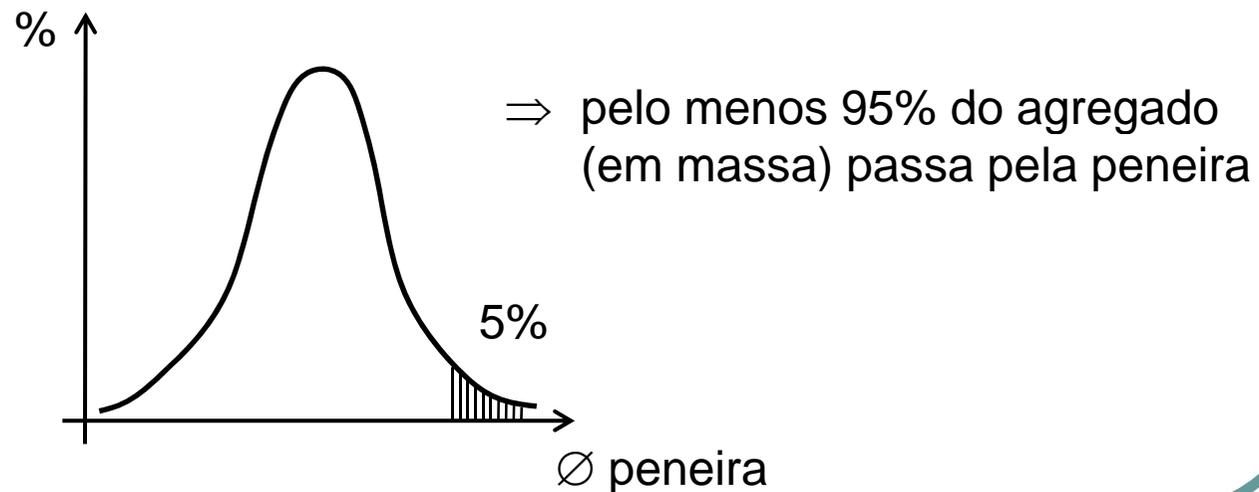
Agregados: composição granulométrica

- Pode ser expressa também em termos de:

- **Dimensão máxima característica**

Abertura nominal em milímetros da malha da peneira na qual o agregado apresenta uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% em massa

NBR-6118 $\Rightarrow d_{\text{máx}} \leq 1,2$ cobertura nominal



Agregados: composição granulométrica

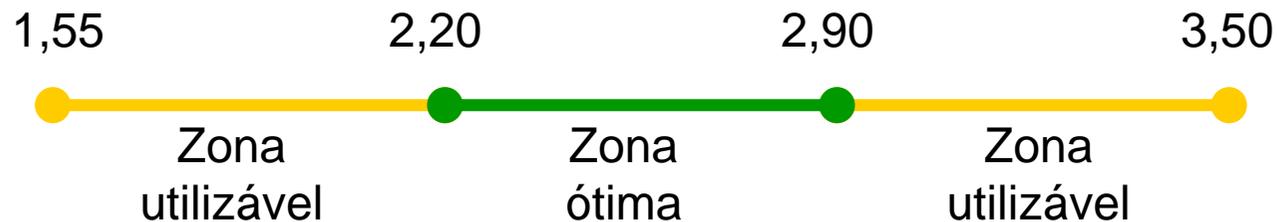
- **Módulo de finura**

Soma das porcentagens retidas acumuladas, em massa, nas peneiras da série normal (somente) dividida por 100.

NBR 7211/2005 \Rightarrow resolução de 0,01

“quanto maior o módulo de finura, mais graúdo é o agregado”

No agregado miúdo:



SUBSTÂNCIAS NOCIVAS no agregado miúdo

- LIMITES MÁXIMOS ACEITÁVEIS-

Determinação	Método de ensaio		Quantidade máxima relativa à massa do agregado miúdo %
Torrões de argila e materiais friáveis	ABNT NBR 7218		3,0
Materiais carbonosos ¹⁾	ASTM C 123	Concreto aparente	0,5
		Concreto não aparente	1,0
Material fino que passa através da peneira 75 µm por lavagem (material pulverulento)	ABNT NBR NM 46	Concreto submetido a desgaste superficial	3,0
		Concretos protegidos do desgaste superficial	5,0
Impurezas orgânicas ²⁾	ABNT NBR NM 49		A solução obtida no ensaio deve ser mais clara do que a solução-padrão
	ABNT NBR 7221	Diferença máxima aceitável entre os resultados de resistência à compressão comparativos	10 %

NBR 7211/2005 – Agregado para concreto

TEORES DE CLORETOS E SULFATOS no agregado miúdo: LIMITES MÁXIMOS

Determinação	Método de ensaio	Limites
Teor de cloretos ²⁾ (CL ⁻)	ABNT NBR 9917 ABNT NBR 14832 ³⁾	< 0,2% concreto simples
		< 0,1% concreto armado
		< 0,01% concreto protendido
Teor de sulfatos ⁴⁾ (SO ₄ ²⁻)	ABNT NBR 9917	< 0,1%

Areias do mar: impróprias para o concreto



acelera a pega, aumenta a porosidade e provoca corrosão nas armaduras dos concretos

- Salinidade (teor de cloretos) – dependente da forma de extração
- Presença acentuada de CaCO₃



prejudica a resistência e a durabilidade dos concretos

Agregado Total

Agregado total:

é o resultado da mistura intencional de agregados graúdos e miúdos, de modo a possibilitar o ajuste da curva granulométrica em função das características do agregado e do concreto a ser com elaborado