

*agregados para
concreto*



ZEA1045 Construções Rurais

Prof. João Adriano Rossignolo

agregados

Definição

Agregados: denominação genérica dada aos materiais acrescentados à pasta de cimento para a obtenção das argamassas e concretos.

- Materiais inertes
- Podem chegar a 70% do volume do concreto

agregados

importância

Tabela 01 <i>Propriedades do Concreto Influenciadas pelas Características do Agregado</i>	
Propriedades do Concreto	Características Relevantes do Agregado
Resistência mecânica	Resistência mecânica Textura superficial Limpeza Forma dos grãos Dimensão máxima
Retração	Modulo de elasticidade Forma dos grãos Textura superficial Limpeza Dimensão máxima
Massa unitária	Massa específica Forma dos grãos Granulometria Dimensão máxima
Resistência a derrapagem	Tendência ao polimento
Economia	Forma dos grãos Granulometria Dimensão máxima Beneficiamento requerido Disponibilidade

agregados

Ensaio e especificações

Os principais ensaios para definição da viabilidade de uso de agregados em concretos:

- Absorção de água (ASTMC-128)
- Massa específica (NBR-9776)
- Massa unitária
- Abrasão Los Angeles (NBR-6465)
- Forma do grão (Índice de forma NBR-7809)
- Durabilidade (MB-1065) (ASTM-88)
- Resistência à compressão simples (MB-892)
- Análise granulométrica (NBR-7217)
- Estudo de desempenho do agregado em concreto e argamassa.
- Material pulverulento (NBR-7219)
- Torrões de argila (NBR-7218)
- Reatividade a álcalis
- Análise química
- Análise petrográfica

agregados

classificação

Classificação dos agregados

- Origem
- Dimensões
- Massa unitária

agregados

classificação - origem

-
- **Naturais:** encontrados na natureza sob a forma definitiva de utilização (areia de rio, seixo rolado, ...)
 - **Artificiais:** são os que necessitam de modificação para chegar à condição de uso. (areia britada, pedra britada, argila expandida,...)
Entre os tipos petrológicos mais utilizados estão os basaltos, granitos, calcários, sílex, pórfiros, arenitos, quartzitos e gnaisses.

agregados

Agregados Naturais

- 2/3 dos agregados são derivados das rochas carbonáticas, e o restante são: arenito, granito, diorito, gabro e basalto
- Compõem-se de vários minerais

Descrição das Rochas

Classificam-se em ígneas, sedimentares e metamórficas

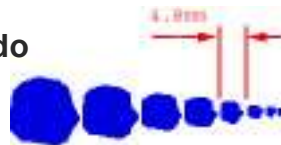
agregados

classificação - dimensão

- **Miúdo:** dimensão máxima característica igual ou inferior a 4,8 mm (NBR 7211).
- **Graúdo:** dimensão máxima característica superior a 4,8 mm (NBR 7211).

Agregado graúdo

(> 4,8mm)



Agregado miúdo

(≤ 4,8mm)

agregados

classificação – dimensão (NBR7211)

Bloco de rocha

> 1m

Matacão

250mm a 1m

Pedra de mão

250 a 75mm

Pedregulhos

75 a 4,8mm

Brita 4

38-64mm

Brita 3

25-38mm

Brita 2

19-25mm

Brita 1

12,5-19mm

Pedrisco (Brita 0)

6,3-9,5mm

Pó de pedra e areia

< 6,3mm

Areia grossa

2,4-4,8mm

Areia média

1,2-2,4mm

Areia fina

0,6-0,15mm

Materiais pulverulentos

< 75 μ m

Siltes 50-5 μ m

Argilas 5-2 μ m

agregados para concreto

dimensão máxima

$D_{m\acute{a}x} \leq$

1/3 da espessura da laje (E laje)

1/4 da distância entre as faces de fôrmas (E)

2 vezes E_v

0,83 vezes E_h

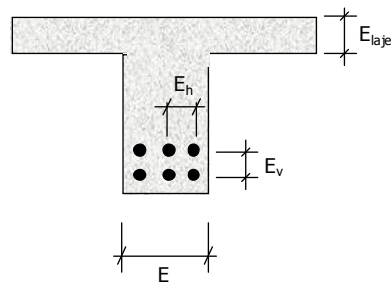
1/4 do diâmetro da tubulação de bombeamento do concreto

E_{laje} = espessura da laje

E_h = menor distância horizontal entre as barras de aço

E_v = menor distância vertical entre as barras de aço

E = menor distância entre fôrmas



agregados

classificação – massa específica

- **leves** $\gamma < 2000\text{kg/m}^3$
pedras-pomes, vermiculitas e argilas expansivas e outros
- **normais** $2000\text{kg/m}^3 < \gamma < 3000\text{kg/m}^3$
areias quartzosas, seixos, britas gnáissicas, granitos e outros.
- **pesados** $\gamma > 3000\text{kg/m}^3$
barita, magnetita, limonita, etc.

Agregados leves



agregados

características físicas

Forma das partículas

A forma externa da partícula é determinada por duas propriedades:
grau de arredondamento e esfericidade da partícula.

O **grau de arredondamento** é definido como a relação entre o raio médio de curvatura dos cantos e bordas da partícula e o raio do círculo máximo nela inscrito.

Sendo função direta da resistência mecânica e da resistência à abrasão da rocha matriz, o arredondamento normalmente é definido pelos termos:

angulosos – subangulosos – subarredondados - arredondados

Agregados

Características físicas

Forma das partículas

A **esfericidade** é descrita como sendo o grau de aproximação de uma partícula à forma perfeitamente esférica, podendo ser agrupados em:

- esferoidais ou equidimensionais
- achatados ou em forma de disco
- prismáticos ou em forma de bastão
- lamelares

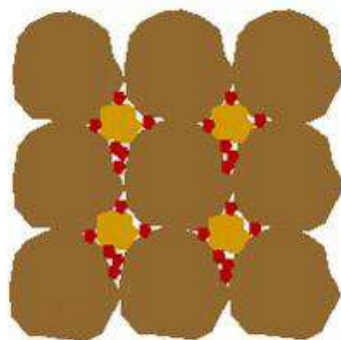
agregados

características físicas



agregados

granulometria



agregados

composição granulométrica



agregados

composição granulométrica

Limites granulométricos do agregado miúdo (NBR 7211/83)

Peneira ABNT (mm)	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	0	0	0	0
6,3	0 a 3	0 a 7	0 a 7	0 a 7
4,8	0 a 5 ^(*)	0 a 10	0 a 11	0 a 12
2,4	0 a 5 ^(*)	0 a 15 ^(*)	0 a 25 ^(*)	5 ^(*) a 40
1,2	0 a 10 ^(*)	0 a 25 ^(*)	10 ^(*) a 45 ^(*)	30 ^(*) a 70
0,6	0 a 20	21 a 40	41 a 65	66 a 85
0,3	50 a 85 ^(*)	60 ^(*) a 88 ^(¹)	70 ^(*) a 92 ^(*)	80 ^(*) a 95
0,15	85 ^(²) a 100	90 ^(²) a 100	90 ^(²) a 100	90 ^(²) a 100

^(*) Pode haver uma tolerância de até um máximo 5 unidades de por cento em um só dos limites marcados com o símbolo * ou distribuídos em vários deles.

^(¹) Para agregado miúdo resultante de britamento, este limite poderá ser 80.

agregados

composição granulométrica

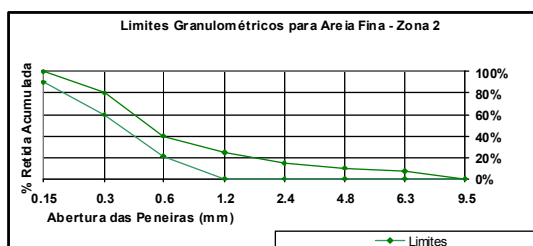
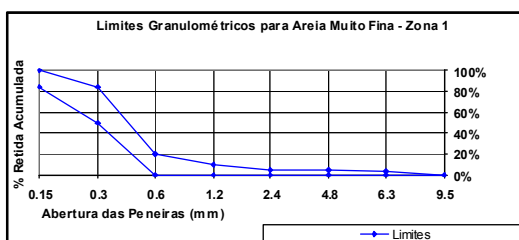
Limites granulométricos do agregado graúdo (NBR 7211/83)

graduação	Porcentagem retida acumulada, em peso, nas peneiras de abertura nominal, em mm, de													
	152	76	64	50	38	32	25	19	12,5	9,5	6,3	4,8	2,4	
0	--	--	--	--	--	--	--	--	0	0-10	--	80-100	95-100	
1	--	--	--	--	--	--	0	0-10	--	80-100	92-100	95-100	--	
2	--	--	--	--	--	0	0-25	75-100	90-100	95-100	--	--	--	
3	--	--	--	0	0-30	75-100	87-100	95-100	--	--	--	--	--	
4	--	0	0-30	75-100	90-100	95-100	--	--	--	--	--	--	--	
5 ^(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	

¹ As porcentagens serão fixadas de acordo com o indicado no item 1.4 da NBR 7211/83 – "Para determinadas obras ou concretos, o consumidor poderá pactuar com o produtor o fornecimento de agregados cuja variabilidade em suas características difira dos limites indicados no capítulo 5" (limites escritos nesta tabela).

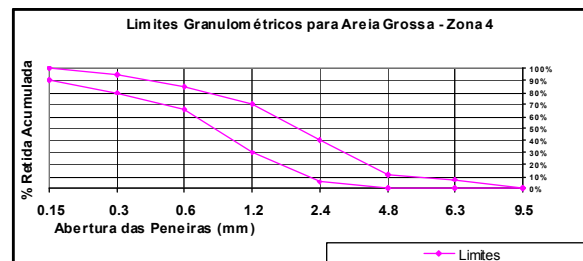
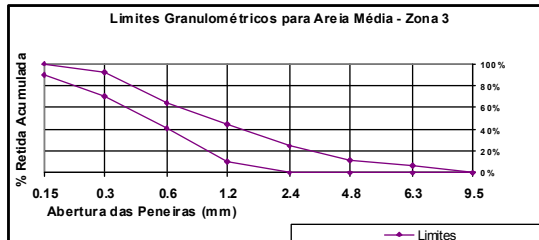
agregados

composição granulométrica



agregados

composição granulométrica



agregados

características físicas

Textura

No que se refere à textura superficial do agregado, sua avaliação é feita pelo grau de polimento ou rugosidade da superfície da partícula.

Classificação usual da textura superficial:

- vítrea
- lisa
- granulada
- rugosa
- cristalina
- esponjosa
- porosa

agregados

Aderência pasta-agregado

A aderência é um importante parâmetro na formação da resistência do concreto.

É devido, principalmente, à textura superficial e o formato do grão e afetada por outras propriedades físicas e químicas relacionadas aos constituintes químicos e mineralógicos dos agregados.

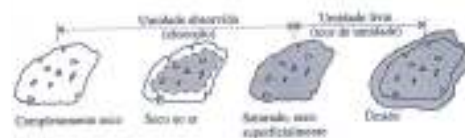
agregados

Porosidade e absorção dos agregados

O tamanho, a quantidade e a continuidade dos poros num agregado são importantes características, interferem na absorção, massa específica, resistência mecânica, resistência à abrasão, aderência, pasta-agregado e susceptibilidade ao ataque de agentes químicos.

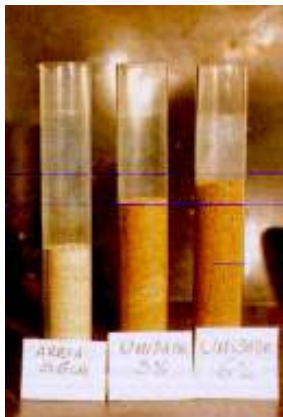
A relação entre a perda de massa determinada no estado de superfície saturada seca e a massa de amostra seca, em porcentagem, é chamada de absorção.

agregados

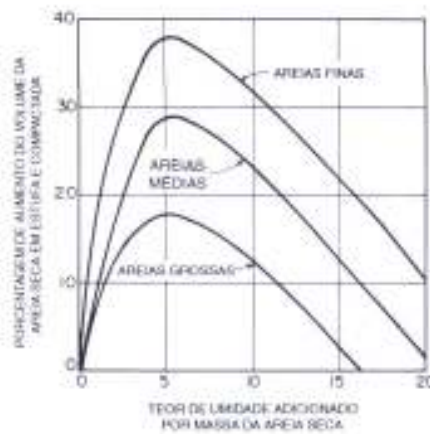


agregados

teor de umidade - **areia**



HELENE & TERZIAN, 1992



Fonte: Neville, 1997

agregados

propriedades mecânicas

Resistência à compressão

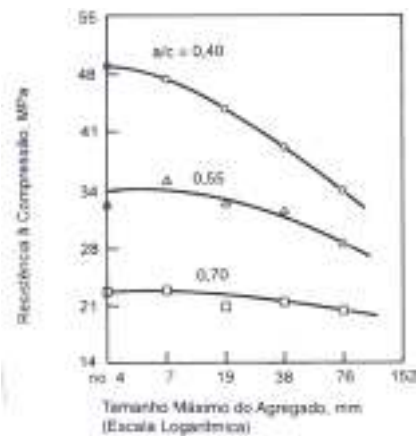
Resistência à abrasão

Módulo de deformação

Resistência à compressão, MPa				
Após eliminação dos valores extremos				
Tipo de Rocha	Número amostras	Valor Médio	Valor Máximo	Valor Mínimo
Granito	278	181	257	114
Felsito	12	324	526	120
Basalto	59	283	377	201
Calcário	241	159	241	93
Arenito	79	131	240	44
Mármore	34	117	244	51
Quartzito	26	252	423	124
Gnaissos	35	147	235	94
Xisto	31	170	297	81

agregados

propriedades mecânicas



Fonte: Neville, 1997

agregados

Substâncias deletérias nos agregados

Podem ser divididas em três grandes grupos:

- impurezas que interferem na hidratação do cimento
(ácidos húmicos, sais minerais)
- substâncias envolventes do agregado, formando películas
(argila e silte)
- partículas frágeis e defeituosas
(torrões de argila, carvão, linhito)

agregados

Reações expansivas :

- reação em meio úmido, entre álcalis do cimento e a sílica não cristalizada do agregado
- reação dos álcalis do cimento com o carbonato de magnésio de certos calcários dolomíticos
- reação de determinadas formas da alumina do agregado (por exemplo, feldspatos sódicos alterados ou caulinizados), com sulfatos em presença de elevada alcalinidade proveniente da hidratação do cimento

agregados

reações

Reação Álcali-agregado

Provoca expansão e fissuração do concreto, causando a perda de resistência, elasticidade e durabilidade.

Se dá por reação química envolvendo íons alcalinos do cimento Portland (ou de outras fontes), íons hidroxila e certos constituintes silicosos que podem estar presentes no agregado.

