

ABCP on
LINE

Palestra
**AGREGADOS
PARA CONCRETO**

Gratuito



Palestrante
**Msc Engº Flávio André
da Cunha Munhoz**

Supervisor do Laboratório de Cimento da ABCP. Coordenador e secretário de Comissões de Norma do CB-18 - Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados da ABNT. Colaboração para manutenção do Sistema da Qualidade da NBR ISO 9001 e NBR ISO/IEC 17025.

09.07

(5ª feira)

às 15 h

Inscriva-se!

<https://attendee.gotowebinar.com/register/3477325777578513932>

ABCP_{on} LINE

Realização

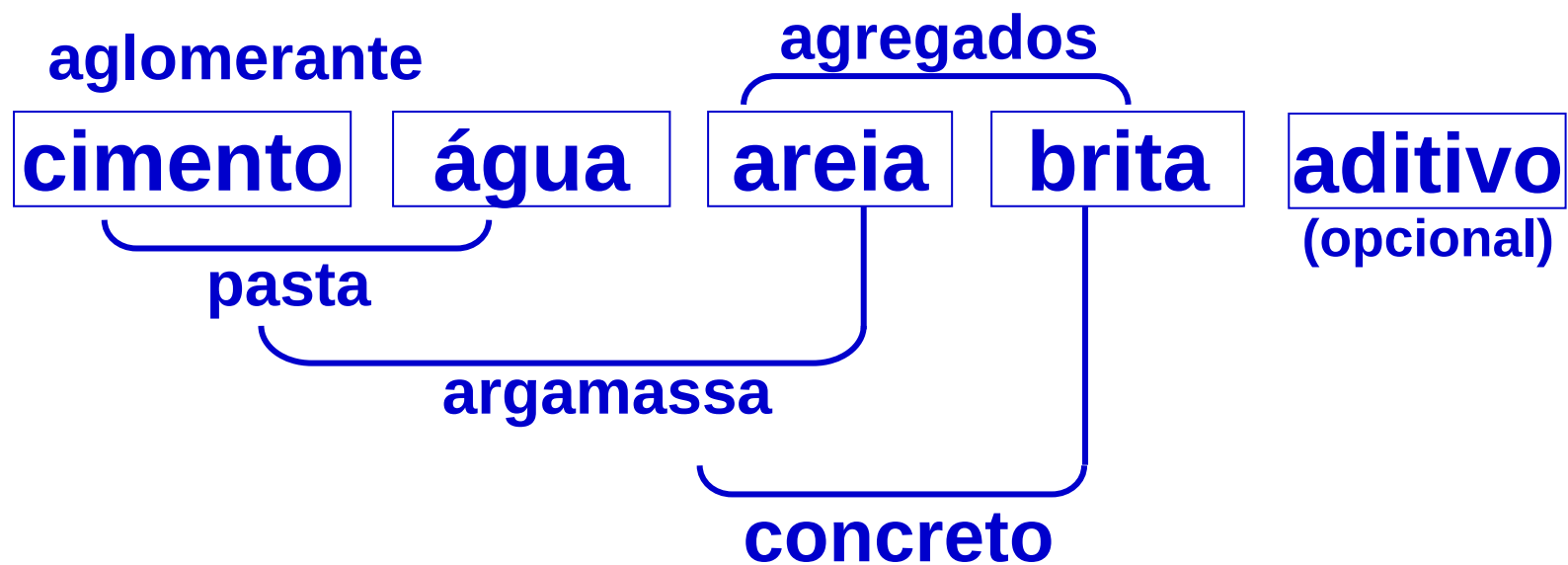


Palestra **AGREGADOS PARA CONCRETO**



Msc Engº Flávio André da Cunha Munhoz
Supervisor do Laboratório de Cimento da ABCP

UTILIZAÇÃO



Realização



Apoio



NORMAS TÉCNICAS

NBR 6467/09	Agregados - Determinação do inchamento de agregado miúdo - Método de ensaio
NBR 7211/09	Agregado para concreto - Especificação
NBR 7218/10	Agregados - Determinação do teor de argilas em torrões e materiais friáveis
NBR 7809/06	Agregado graúdo - Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro - Método de ensaio
NBR 9917/09	Agregados para concreto - Determinação de sais, cloretos e sulfatos solúveis
NBR 9936/87	Agregados - Determinação do teor de partículas leves
NBR 9935/05	Agregados - Terminologia
NBR NM 30/01	Agregado miúdo - Determinação da absorção de água
NBR NM 45/06	Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios
NBR NM 46/03	Agregados - Determinação do teor de material fino que passa através da peneira # 75µm
NBR NM 49/01	Agregado miúdo - Determinação de impurezas orgânicas.
NBR NM 52/03	Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente
NBR NM 248/03	Agregados - Determinação da composição granulométrica

Realização



Apoio



DEFINIÇÃO

Agregado

- **Material granular, geralmente inerte, com dimensões e propriedades adequadas para a preparação de argamassa ou concreto.**
 - rochas britadas
 - seixos rolados
 - areias naturais
 - Pedregulho
 - cascalho

Realização



Apoio



CARACTERÍSTICAS

- **Quimicamente inertes**
- **Fisicamente compatíveis**
 - Cimento
 - Armadura
- **Duráveis**
 - Expostos a solicitação
- **Boa aderência com a pasta**
- **Formas e dimensões definidas**

Realização



Apoio



IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

- **Custo do agregado < custo do cimento**
- **Ocupam de 60 a 80% do m³ de concreto**
- **Produção nacional > 300 milhões de t / ano**

Realização



Apoio



IMPORTÂNCIA TÉCNICA

- **Influenciam muitas propriedades do concreto no estado fresco e endurecido**
 - **Trabalhabilidade**
 - **Retração por secagem**
 - **Propriedades mecânicas**
 - **Desgaste por abrasão**

Realização



Apoio



CLASSIFICAÇÃO

Origem

- **Agregado natural**
 - Material pétreo granular que pode ser utilizado tal e qual encontrado na natureza, podendo ser submetido à lavagem, classificação ou britagem.

- **Agregado artificial**
 - Material granular resultante de processo industrial envolvendo alteração mineralógica, química ou físico-química da matéria prima original, para uso como agregado em concreto ou argamassa.

Realização



Apoio



CLASSIFICAÇÃO

Dimensão

- **Agregado graúdo**
 - Agregado cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm, atendidos os requisitos da ABNT NBR 7211.

- **Agregado miúdo**
 - Agregado cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150 µm, atendidos os requisitos da ABNT NBR 7211.

Realização



Apoio



CLASSIFICAÇÃO

Dimensão

- **Pedrisco**

- Agregado resultante da britagem de rocha, cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 12,5 mm e ficam retidos na peneira de malha de 4,75 mm, correspondente à zona granulométrica 4,75/12,5 da ABNT NBR 7211.

- **Pó de pedra**

- Material granular resultante da britagem de rocha que passa na peneira de malha 6,3 mm.

Realização



Apoio



CLASSIFICAÇÃO

Dimensão

- **Finos**
 - Material granular que passa na peneira com abertura de malha de 150 μm e fica retido na peneira com abertura de malha de 75 μm .

- **Materiais pulverulentos**
 - Partículas com dimensão inferior a 75 μm , inclusive os materiais solúveis em água, presentes nos agregados.

Realização



Apoio



CLASSIFICAÇÃO

Densidade

- **Agregado de densidade normal**
 - Agregado de massa específica geralmente compreendida entre 2 000 kg/m³ e 3 000 kg/m³.

- **Agregado denso ou pesado**
 - Agregado de elevada massa específica, como, por exemplo: barita, magnetita, limonita, hematita etc.

- **Agregado leve**
 - Agregado de baixa massa específica, como, por exemplo: os agregados expandidos de argila, escória siderúrgica, vermiculita, ardósia, resíduo de esgoto sinterizado e outros.

Realização



Apoio



GRANULOMETRIA

Distribuição granulométrica

- **Distribuição percentual, em massa, das várias frações dimensionais de um agregado em relação à amostra de ensaio.**
- **É expressa pela porcentagem individual ou acumulada de material que passa ou fica retido nas peneiras da série normal e intermediária.**

Realização



Apoio



GRANULOMETRIA

Distribuição granulométrica

- **Módulo de finura**
 - Soma das porcentagens retidas acumuladas, em massa, de um agregado nas peneiras da série normal, dividida por 100.

- **Dimensão máxima característica – $D_{máx}$**
 - Grandeza associada à distribuição granulométrica do agregado, correspondente à abertura nominal, em milímetros, da malha da peneira da série normal ou intermediária, na qual o agregado apresenta uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5 %, em massa.

Realização

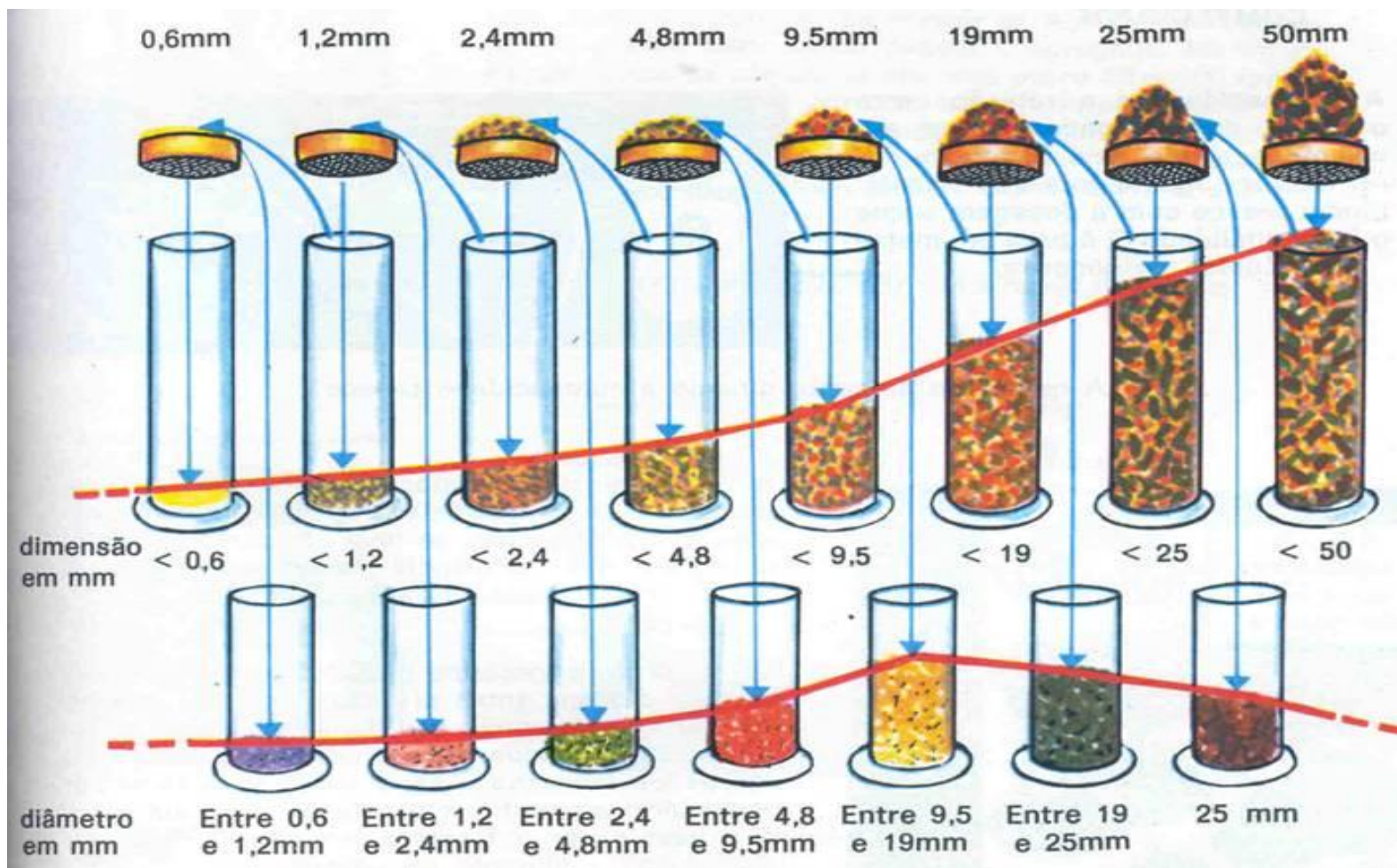


Apoio



GRANULOMETRIA

Distribuição granulométrica



Curva granulométrica

Realização

Associação Brasileira de Cimento Portland

SNIC
SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO

Apoio

CONCRETE SHOW
A FEIRA DO CIMENTO E CONCRETO PARA A CONSTRUÇÃO

GRANULOMETRIA

Distribuição granulométrica

Peneira ABNT (mm)	Massa (g)	Porcentagem	
		Retida	Acumulada
25	0	0	0
19	150	3	3
12,5	2800	56	59
9,5	750	15	74
6,3	1200	24	98
4,8	100	2	100
2,4	0	0	100
1,2	0	0	100
0,6	0	0	100
0,3	0	0	100
0,15	0	0	100
<0,15	0	0	100
TOTAL	5000	100	677

$D_{max.}$ 19
mm

M.F. = 6,77

Realização



Apoio



GRANULOMETRIA

Dimensão máxima característica – $D_{\text{máx}}$

- **Dimensões da peça**
 - $\leq 1/3$ espessura lajes ou pavimentos
 - $\leq 1/4$ das faces das fôrmas
- **Espaçamento das armaduras**
 - $\leq 0,8$ do menor espaçamento entre armaduras horizontais
 - $\leq 1,2$ do menor espaçamento entre armaduras verticais
- **Tipo de lançamento**
 - $\leq 1/4$ do diâmetro de tubulação de bombeamento

Realização



Apoio



GRANULOMETRIA

Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo

Peneira com abertura de malha (ABNT NBR NM ISO 3310-1)	Porcentagem, em massa, retida acumulada			
	Limites Inferiores		Limites Superiores	
	Zona utilizável	Zona ótima	Zona ótima	Zona utilizável
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

Nota 1 ➔ O módulo de finura da zona ótima varia de 2,20 a 2,90.

Nota 2 ➔ O módulo de finura da zona utilizável inferior varia de 1,55 a 2,20.

Nota 3 ➔ O módulo de finura da zona utilizável superior varia de 2,90 a 3,50.

Realização



Apoio



GRANULOMETRIA

Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo

Peneira com abertura de malha (ABNT 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	-	-	-	-

- 1) Zona granulométrica correspondente à menor (d) e à maior (D) dimensões do agregado gráudo.
- 2) Em cada zona granulométrica deve ser aceita uma variação de no máximo cinco unidades percentuais em apenas um dos limites marcados com 2). Essa variação pode também estar distribuída em vários desses limites.

MASSA ESPECÍFICA

Massa específica na condição seca

- Quociente entre a massa do agregado na condição seca e o volume de suas partículas, incluindo o volume dos poros permeáveis e impermeáveis e excluídos os vazios entre partículas.
- Utilizada nos métodos de cálculo de dosagem.

Realização



Apoio



MASSA ESPECÍFICA

Massa unitária

- **Agregado seco e solto**
 - Quociente da massa do agregado lançado solto e o volume aparente do recipiente que o contém, de acordo com a ABNT NBR NM 45.

- **Agregado seco e compactado**
 - Quociente da massa do agregado compactado e o volume aparente do recipiente que o contém, de acordo com a ABNT NBR NM 45.
 - Transformação do traço de massa para volume.
 - Utilizada em alguns métodos de cálculo de dosagem.
 - Utilizada no cálculo de conferência de estoques.

Realização



Apoio



MASSA ESPECÍFICA

Massa unitária x Massa específica

Material	Massa Específica (kg/m³)	Massa unitária (kg/m³)	
		Solta	Compactada
Areia	2650	1470	1670
Brita 1	2700	1430	1490
Brita 2	2700	1380	1430

Realização

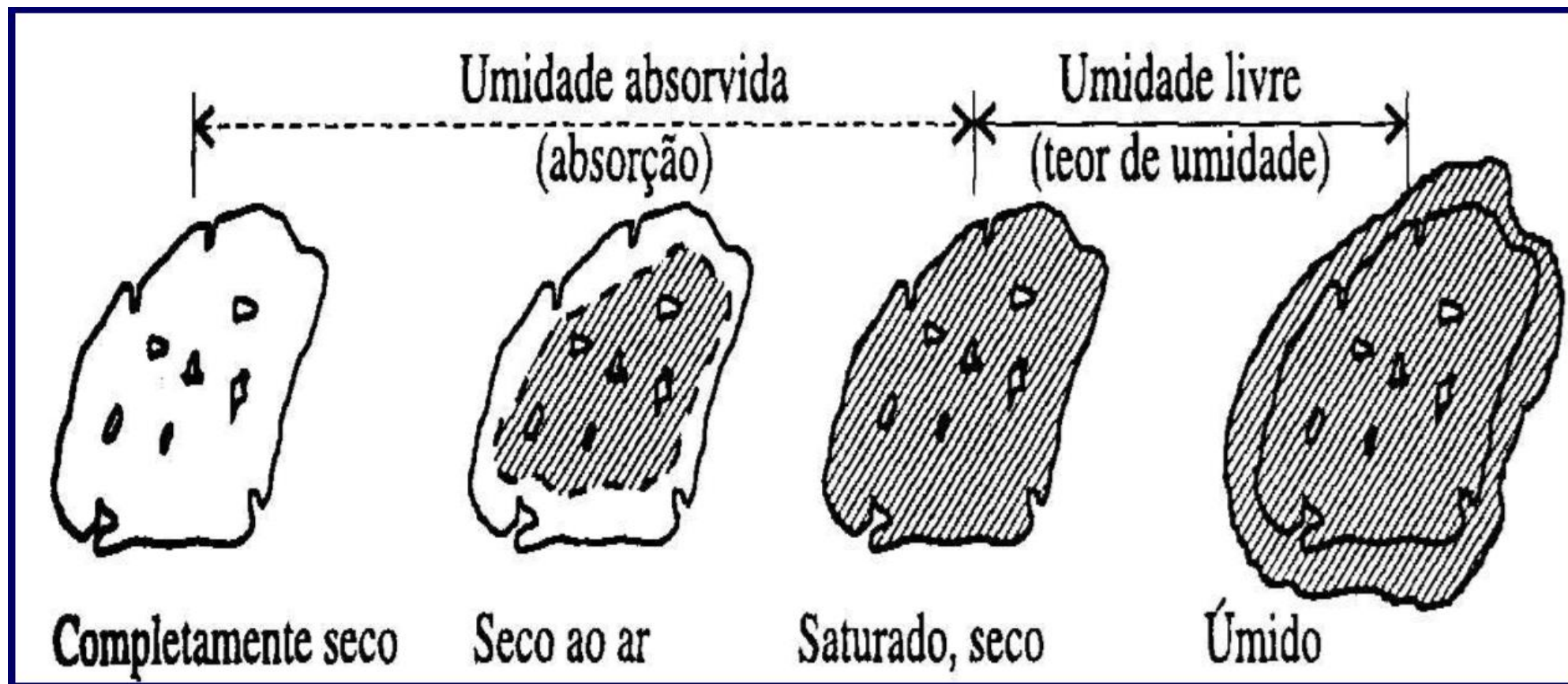


Apoio



MASSA ESPECÍFICA

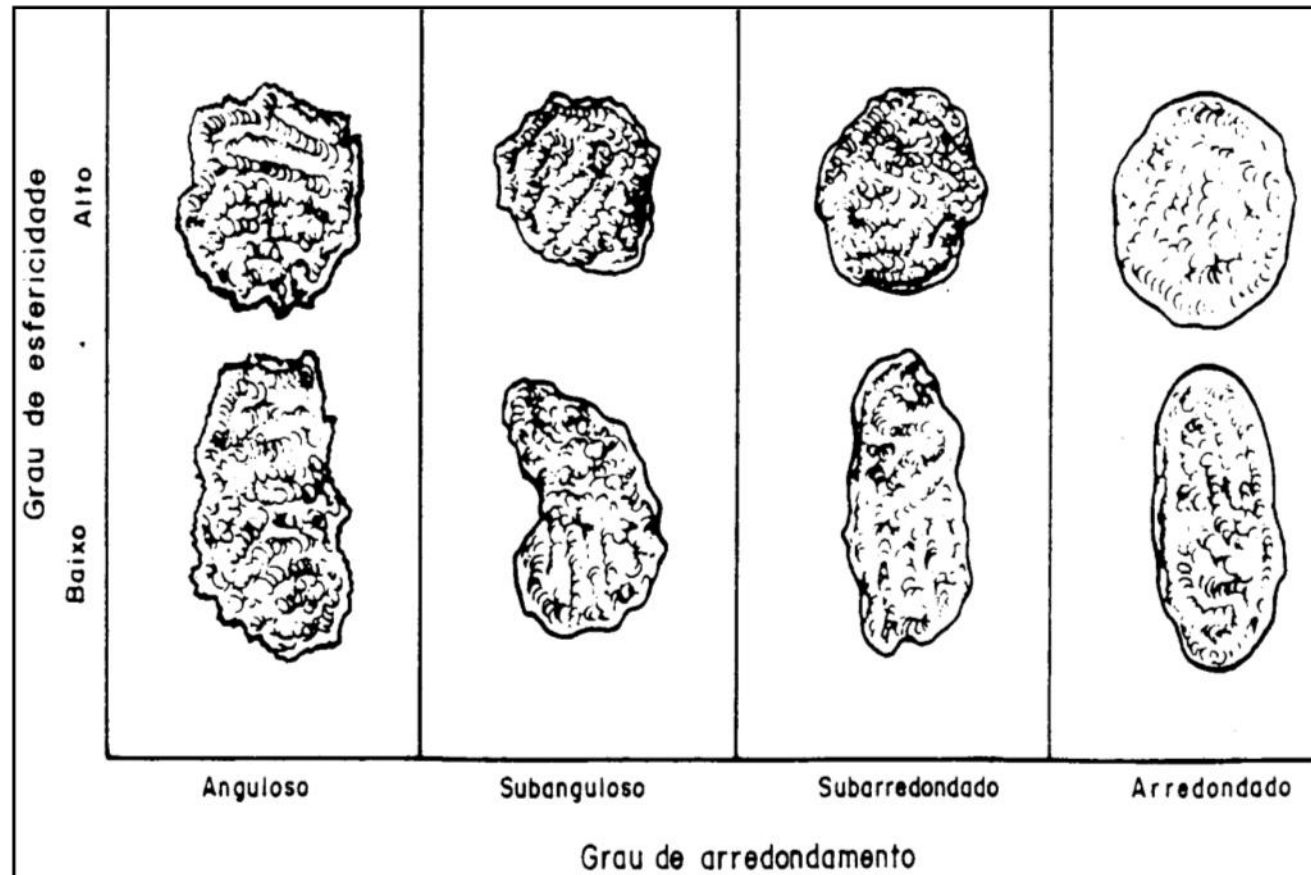
Absorção e umidade



PROPRIEDADES

Forma do grão

- O índice de forma dos grãos do agregado não deve ser superior a três, quando determinado de acordo com a ABNT NBR 7809.



PROPRIEDADES

Abrasão *Los Angeles*

- O índice de desgaste por abrasão “Los Angeles”, determinado segundo a ABNT NBR NM 51, deve ser inferior a 50 %, em massa, do material.

Realização



Apoio



PROPRIEDADES

Resistência à compressão de rochas

- **Granito** → **181 MPa**
- **Basalto** → **283 MPa**
- **Calcário** → **159 MPa**
- **Mármore** → **117 MPa**
- **Quartzito** → **252 MPa**
- **Gnaisse** → **147 MPa**
- **Xisto** → **170 MPa**

Realização



Apoio



SUBSTÂNCIAS NOCIVAS

Cloretos e Sulfatos

- Em agregados provenientes de regiões litorâneas, ou extraídos de águas salobras ou ainda quando houver suspeita de contaminação natural (regiões onde ocorrem sulfatos naturais como a gipsita) ou industrial (água do lençol freático contaminada por efluentes industriais), os teores de cloretos e sulfatos não devem exceder os limites estabelecidos na tabela.

Limites máximos para os teores de cloretos e sulfatos presentes nos agregados

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

SUBSTÂNCIAS NOCIVAS

Argila em torrões e materiais friáveis

- **Partículas presentes nos agregados suscetíveis de serem desfeitas pela pressão entre os dedos polegar e indicador.**
 - Quando não se desagregam durante a mistura são agregados frágeis.
 - Quando se pulverizam, dificultam a aderência pasta/agregado.

Realização



Apoio



SUBSTÂNCIAS NOCIVAS

Materiais pulverulentos

- **Partículas com dimensão inferior a 75 μm , inclusive os materiais solúveis em água, presentes nos agregados.**
 - **Dificultam a aderência pasta/agregado.**
 - **Provocam queda da resistência.**

Realização



Apoio



SUBSTÂNCIAS NOCIVAS

Impurezas orgânicas

- Interferem na hidratação do cimento (podendo até inibir).
- Mais comum em areias naturais.
- Quando a coloração da solução obtida no ensaio padrão for mais escura que a solução padrão, a utilização do agregado miúdo deve ser estabelecida pelo ensaio de qualidade da areia, previsto pela NBR 7221. que estabelece que a diferença máxima dos resultados de resistência à compressão comparativo seja 10%, para as idades de 7 e 28 dias.

Realização



Apoio



SUBSTÂNCIAS NOCIVAS

Impurezas orgânicas

- A solução em contato com o agregado sendo mais escura que a solução padrão indica a presença de matéria orgânica acima de 300mg/kg.



Realização

 Associação
Brasileira de
Cimento Portland

 **SNIC**
SINDICATO NACIONAL DA
INDÚSTRIA DO CIMENTO

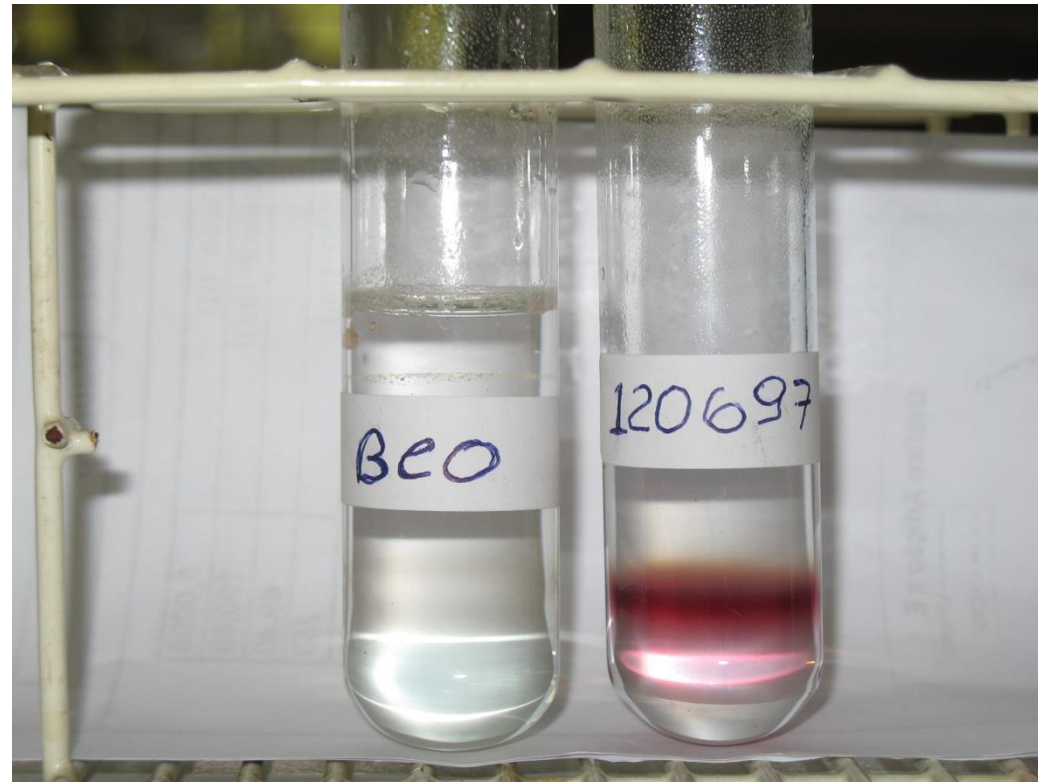
Apoio

 **CONCRETE SHOW**
A FEIRA DO CIMENTO E CONCRETO PARA A CONSTRUÇÃO

SUBSTÂNCIAS NOCIVAS

Açúcar

- A presença de açúcar tem como característica o retardamento de pega do cimento, prejudicando a evolução das resistências do concreto.



Realização



Apoio



SUBSTÂNCIAS NOCIVAS

Limites máximos aceitáveis de substâncias nocivas no agregado miúdo com relação à massa do material

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		10 % ➔ Diferença máxima aceitável entre os resultados de resistência à compressão comparativos
1) Quando não for detectada a presença de materiais carbonosos durante a apreciação petrográfica, pode-se prescindir do ensaio de quantificação dos materiais carbonosos (ASTM C 123). 2) Quando a coloração da solução obtida no ensaio for mais escura do que a solução-padrão, a utilização do agregado miúdo deve ser estabelecida pelo ensaio previsto na ABNT NBR 7221.			

Realização



Apoio



SUBSTÂNCIAS NOCIVAS

Limites máximos aceitáveis de substâncias nocivas no agregado graúdo com relação à massa do material

Determinação	Método de ensaio		Quantidade máxima relativa à massa do agregado graúdo (%)
Torrões de argila e materiais friáveis	ABNT NBR 7218	Concreto aparente	1,0
		Concreto sujeito a desgaste superficial	2,0
		Outros concretos	3,0
Materiais carbonosos	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) ^{1) 2)}	ABNT NBR NM 46		1,0

- 1) Para agregados produzidos a partir de rochas com absorção de água inferior a 1 %, determinados conforme a ABNT NBR NM 53, o limite de material fino pode ser alterado de 1 % para 2 %.
- 2) Para agregado total, definido conforme 3.6, o limite de material fino pode ser composto até 6,5 %, desde que seja possível comprovar, por apreciação petrográfica, realizada de acordo com a ABNT NBR 7389, que os grãos constituintes acima de 150 µm não indicam a presença de finos que interferem nas propriedades do concreto. São exemplos de materiais prejudiciais os materiais micáceos, ferruginosos e argilominerais expansivos.

Realização



Apoio



ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

NBR 7211

- Para a aceitação de um ou mais lotes de agregados deve ser estabelecido explicitamente entre o consumidor e o produtor a realização da coleta e dos ensaios das amostras respectivas por laboratório idôneo ou no laboratório de uma das partes quando houver consentimento mútuo.
- Um lote somente deve ser aceito quando cumprir todas as prescrições da NBR 7211 e as eventuais prescrições especiais contratadas, inclusive aquelas referentes ao conceito de agregado total.

Realização



Apoio



OBRIGADO!

flavio.munhoz@abcp.org.br



Fique ligado
no Canal

ABCP_{on}
LINE

Em breve mais
eventos on line.
Acompanhe em
nossas Redes Sociais.



INDIQUE PARA UM AMIGO

#abcponline | @abcpcimento | www.abcp.org.br | cursos@abcp.org.br