



DOSAGEM DE CONCRETO



REQUISITOS DE DOSAGEM

O estudo da dosagem fornece as quantidades teóricas dos materiais componentes do traço.

Coerência e segurança fazem parte da qualidade, portanto somente após ensaios no laboratório, o concreto deverá ser liberado para produção.

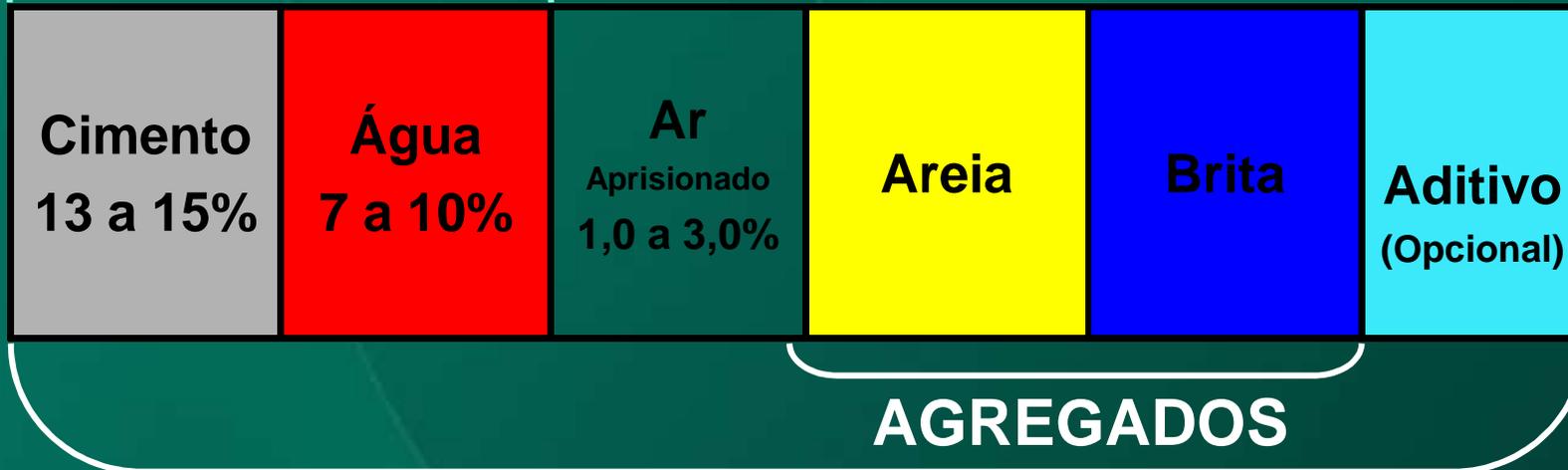
Trabalhabilidade, abatimento(Slump), coesão, exsudação, segregação, teor de argamassa ar aprisionado, resistência mecânica, modulo de elasticidade, condição de exposição.



CARACTERÍSTICA DO CONCRETO NORMAL - MAIS COMSUMIDO

ARGAMASSA

PASTA



CONCRETO

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DOS AGREGADOS NO CONCRETO

- Custo menor que o cimento,
- Ocupam de 60 a 80% do metro cúbico de concreto.



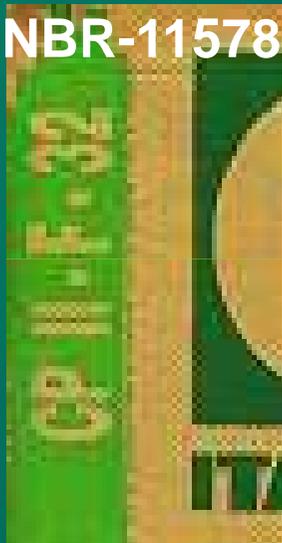
MATERIAIS COMPONENTES DO CONCRETO



MATERIAIS COMPONENTES

CIMENTO PORTLAND

NBR-11578



Resis
24h 30%
3d 65%
7d 80%
28d 100%

CP II-Z-32

Resis
24h 28%
3d 63%
7d 78%
28d 100%

NBR 5736



Resis
24h 22%
3d 49%
7d 64%
28d 100%

NBR 5733



Resis
24h 44%
3d 70%
7d 80%
28d 100%

NBR 5737

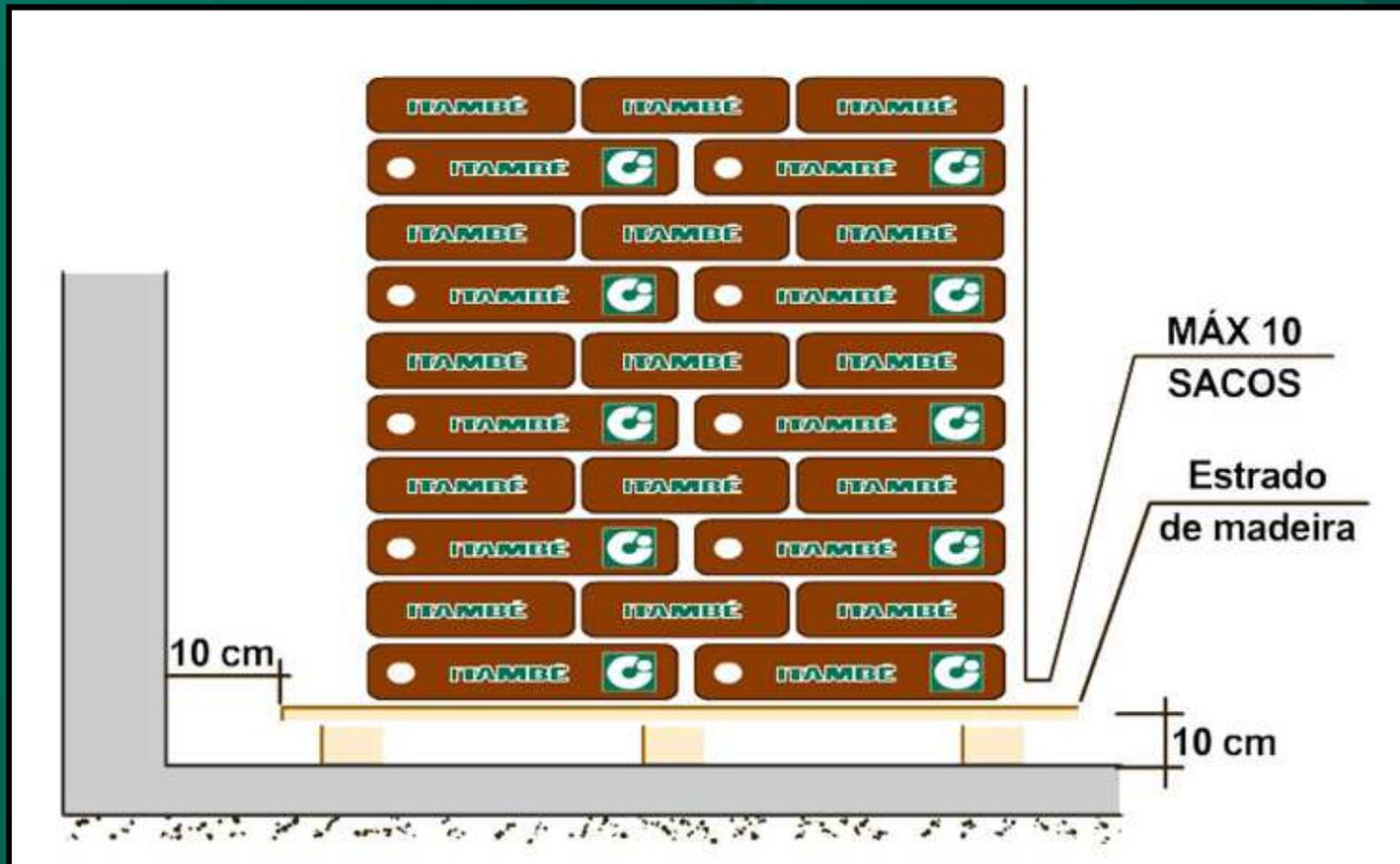


Resistência
24h 42% = 22 MPa
3d 70% = 36 MPa
7d 80% = 42 MPa
28d 100% = 52 MPa



MATERIAIS COMPONENTES

ARMAZENAGEM DE CIMENTO PORTLAND





MATERIAIS COMPONENTES

ARMAZENAGEM DE CIMENTO PORTLAND





MATERIAIS COMPONENTES

CIMENTO HIDRATADO





MATERIAIS COMPONENTES

QUALIDADE

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO



ENSAIOS QUÍMICOS



ENSAIOS FÍSICOS



MATERIAIS COMPONENTES
CONTROLE TECNOLÓGICO DE MATERIAIS
COMPONENTES DO CONCRETO – NBR 12654

ENSAIOS QUÍMICOS

ENSAIO QUÍMICO	NORMA
Al_2O_3, SiO_2, Fe_2O_3, CaO (%)	NBR 14656:2001
MgO (%)	NBR 14656:2001
CaO livre (%)	NM 12:2001
SO_3 (%)	NBR 14656:2001
Perda ao fogo (%)	NM 18:2004
Resíduo insolúvel (%)	NM 15:2004
Equivalente alcalino (%)	NBR 14656:2004



MATERIAIS COMPONENTES
CONTROLE TECNOLÓGICO DE MATERIAIS
COMPONENTES DO CONCRETO – NBR 12654

ENSAIOS FÍSICOS

ENSAIO FÍSICO	NORMA
BLAINE (cm²/g)	NBR NM 76:1998
# 200 (%)	NBR 11579:1991
# 325 (%)	NBR 9202:1985
INÍCIO E FIM DE PEGA (min)	NBR NM 65:2003
R1, R3, R7, R28 (MPa)	NBR 7215:1997
MASSA ESPECÍFICA (g/cm³)	NBR NM 23:2001



COMPOSIÇÕES DO CIMENTO PORTLAND

CALCÁRIO-DOLIMITO



CaO de 85 à 95%

FILITO



AL₂O₃ de 0 à 8%

QUARTZITO



SiO₂ de 0 à 10%

MAGNETITA



F₂O₃ de 0 à 3%



Gesso



Material carbonático



ADIÇÕES

Escória de alto-forno



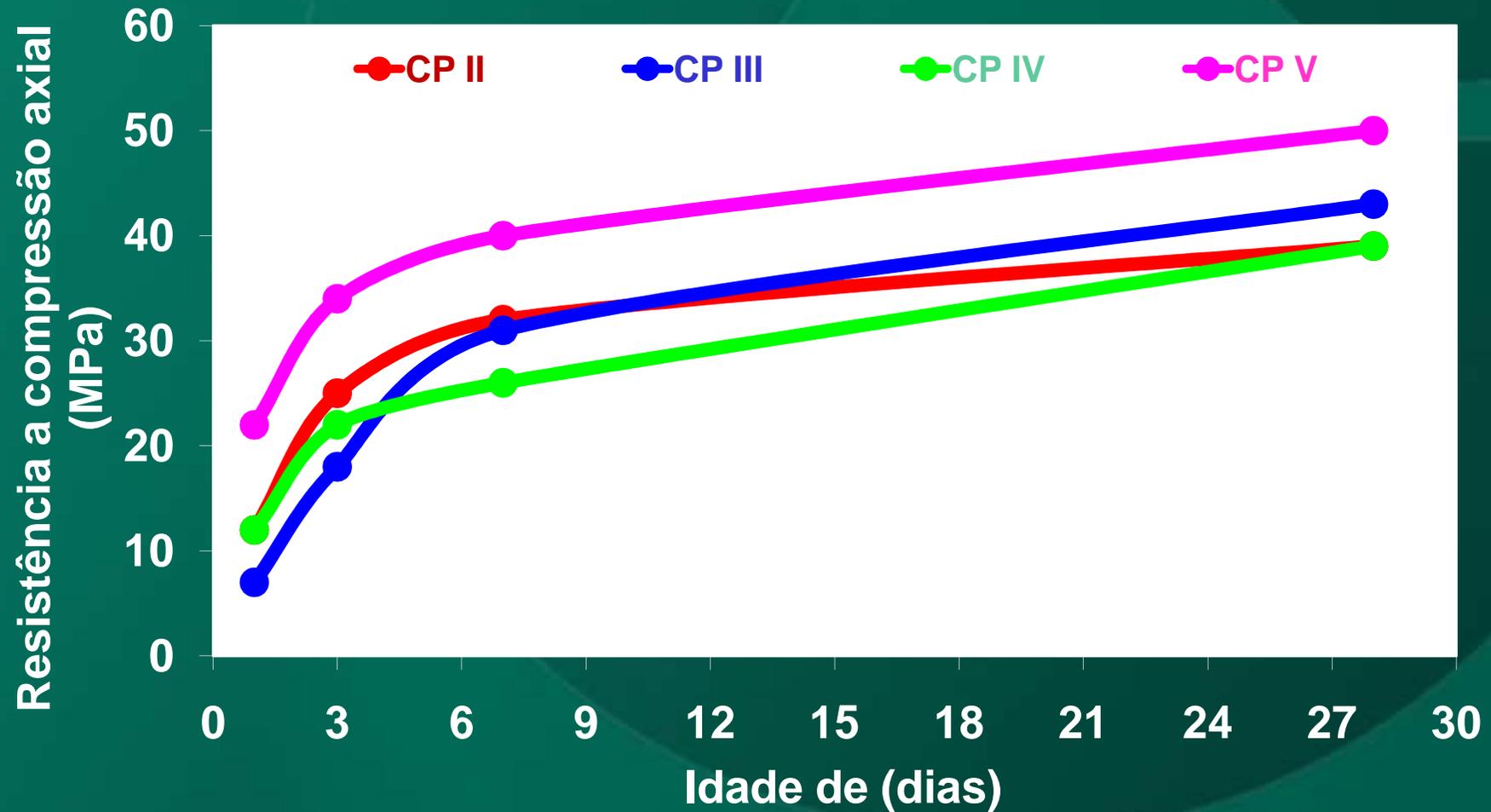
Material pozolânico





MATERIAIS COMPONENTES

COMPARATIVO DE DESEMPENHO DOS TIPOS DE CIMENTOS





MATERIAIS COMPONENTES

ESTRUTURAS QUE EXIGEM ELEVADAS RESISTÊNCIAS ÀS PRIMEIRAS IDADES É FUNDAMENTAL UTILIZAR OS CIMENTOS:

CP V-ARI OU CP V ARI-RS

- Na indústria de pré-fabricados;
- Aplicação de concreto protendido;
- Concreto projetado;
- Pisos industriais;
- Obras em climas de baixas temperaturas;

OBS:Cuidado com a retração e fissuração de origem térmica.



MATERIAIS COMPONENTES

CIMENTOS RESISTENTES AOS SULFATOS

- C_3A do clínquer e fíler calcário menor que 8% e 5%, respectivamente.
- Cimentos CPIII com 60% a 70% de escória
- Cimentos CPIV com 25% a 40% de pozolana

Estes cimentos ainda devem ter antecedentes de resultados de ensaios de longa duração ou de obras que comprovaram resistência aos sulfatos.



MATERIAIS COMPONENTES

INFLUÊNCIA DOS TIPOS DE CIMENTO NAS ARGAMASSAS E CONCRETOS

INFLUÊNCIA	TIPO DE CIMENTO					
	Comum e Composto	Alto-Forno	Pozolânico	ARI	Resistente aos Sulfatos	Branco Estrutural
Resistência à compressão	Padrão	Menor nos primeiros dias e maior no final da cura	Menor nos primeiros dias e maior no final da cura	Muito maior nos primeiros dias e no final da cura	Padrão	Padrão
Calor gerado na reação com a água	Padrão	Menor	Menor	Maior	Padrão	Maior
Impermeabilidade	Padrão	Maior	Maior	Padrão	Padrão	Padrão
Resistência aos agentes agressivos (água do mar e de esgotos)	Padrão	Maior	Maior	Menor	Maior	Menor
Durabilidade	Padrão	Maior	Maior	Padrão	Maior	Padrão



MATERIAIS COMPONENTES

APLICAÇÕES DO CIMENTO

Aplicações	Propriedade Desejada	Tipos de cimento
Concreto para desforma rápida (sem cura térmica)	Endurecimento rápido	CP- V
Concreto para desforma rápida (com cura térmica)	Endurecimento rápido	CP- II, III, V
Concreto massa, grandes peças e meios agressivos	Baixo calor de hidratação	CP- III, IV
Pavimento de concreto	Pequena retração	CP- II, III, IV, V
Pisos industriais de concreto	Resistência a abrasão	CP- II, III, IV, V
Argamassa armada	Peças esbeltas	CP- V ou CP- II



MATERIAIS COMPONENTES

APLICAÇÕES DO CIMENTO

Aplicações	Propriedade Desejada	Tipos de cimento
Concreto com agregados reativos	Prevenção da reação álcali-agregado	CP- III, CP IV
Obras marítimas	Resistência a sulfatos	CP- III, IV, V-RS
Solo Cimento	Aglomerante	CP - II, III, IV
Concreto refratário	Resistência a alta temperatura	Aluminoso
Concreto ou argamassa para reparos urgentes	Endurecimento rápido	Ari ou Aluminoso



MATERIAIS COMPONENTES

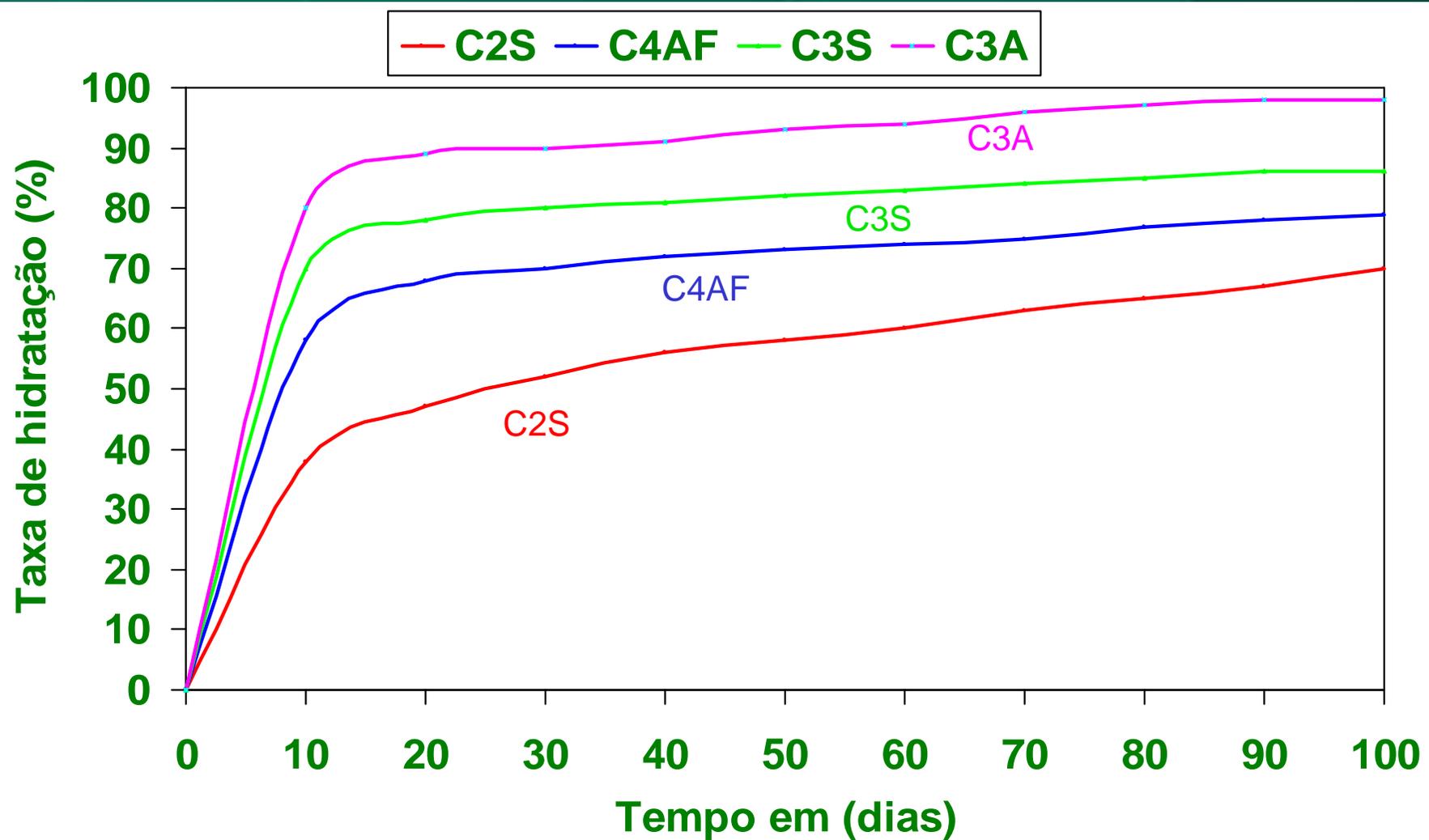
APLICAÇÕES DO CIMENTO

Aplicações	Propriedade Desejada	Tipo de Cimento
Concreto arquitetônico	Estética (cor branca)	Branco estrutural
Argamassa de rejuntamento de azulejos e ladrinhos	Estética (cor branca)	Branco
Argamassa de assentamento e chapiscos	Aderência	II, IV
Argamassa de revestimento e assentamento de tijolos e blocos	Pequena retração, retenção de água e plasticidade	II, III, IV



MATERIAIS COMPONENTES

TAXA DE HIDRATAÇÃO DO CIMENTO





MATERIAIS COMPONENTES

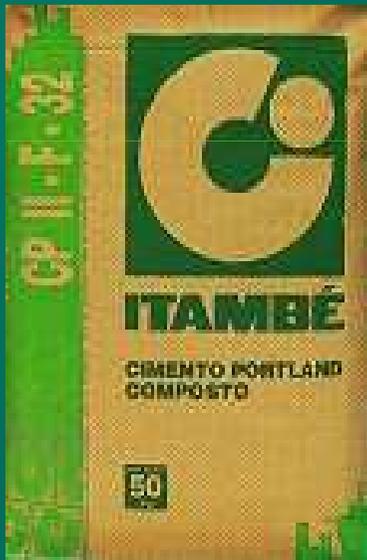
INFLUÊNCIA DO CIMENTO NO CONCRETO

CONSUMO DE CIMENTO QUANTO MAIOR

- Maior impermeabilidade ;
- Maior plasticidade;
- Maior resistência e durabilidade (se aplicar cura);
- Maior coesão;
- Maior calor de hidratação;
- Maior variação volumétrica (Retração);
- Menor segregação;
- Menor exsudação;
- Menor porosidade capilar.

CONSUMO DE CIMENTO QUANTO MENOR

- Mais falha na estrutura, (nichos);
- Maior porosidade capilar;
- Maior segregação;
- Menor plasticidade;
- Menor aderência, resistência e durabilidade;
- Menor calor de hidratação;
- Menor variação volumétrica (Retração);
- Menor argamassa.

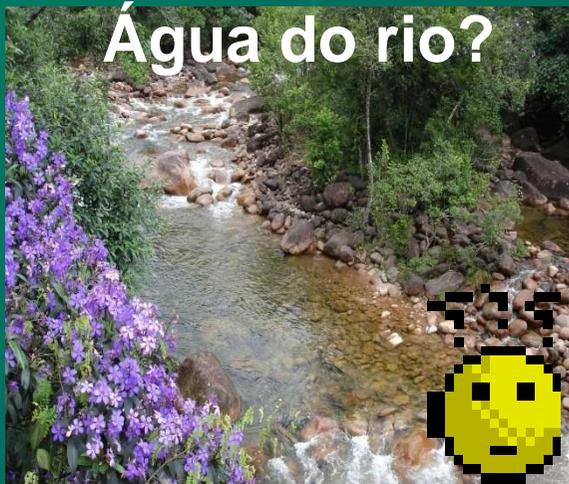




MATERIAIS COMPONENTES

ÁGUA PARA PREPARO DO CONCRETO

Água NBR-NM 15900



Água ideal para concreto? A tratada para consumo humano



MATERIAIS COMPONENTES

ADITIVOS NBR - 11768

- Plastificantes;
- Superplastificantes;
- Aceleradores de pega;
- Retardadores de pega;
- Inibidor de hidratação;
- M. Viscosidade (MVA);
- Incorporadores de ar;
- Impermeabilizante;
- Bactericidas;
- Pigmentos.



Os aditivos devem ser usados de acordo com as orientações do fabricante quanto a:

- forma e momento de adição na mistura;
- teores utilizados;
- tempo de mistura do concreto.



MATERIAIS COMPONENTES

AGREGADOS PARA CONCRETO NBR 7211 : 2005

NBR NM 26: AMOSTRAGEM

**NBR NM 27: REDUÇÃO DA AMOSTRA DE CAMPO
PARA ENSAIOS DE LABORATÓRIO**





MATERIAIS COMPONENTES

CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL

DO AGREGADO MIÚDO

PARA CONCRETO

AREIA FINA – Modulo de Finura 1,55 a 2,20
Na faixa da Zona utilizável inferior

AREIA MÉDIA – Modulo de Finura 2,20 a 2,90
Na faixa da Zona ótima

AREIA GROSSA – Modulo de Finura 2,90 a 3,50
Na faixa da Zona utilizável Superior

-Areia muito fina, fora da zona utilizável inferior
-Areia muito grossa, fora da zona utilizável superior



MATERIAIS COMPONENTES
CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL
DO AGREGADO GRAÚDO
PARA CONCRETO

BRITA 0 Finura 4,8 a 12,5 mm

BRITA 1 Finura 9,5 a 25 mm

BRITA 2 Finura 19 a 32 mm

BRITA 3 Finura 25 a 50 mm

BRITA 4 Finura 38 a 75 mm



AGREGADOS

O critério correto para seleção dos agregados, será mediante comprovação dos ensaios de controle tecnológico de materiais componentes do concreto, conforme estabelecido – NBR 12654

Uma vez conhecidas as propriedades de todos os agregados, o fator determinante para a escolha ideal deverá ser com relação às características do concreto preparado.



MATERIAIS COMPONENTES

O QUE SE ESPERA DOS AGREGADOS NO CONCRETO?

- Material granular;
- Quimicamente inerte;
- Boa aderência com a pasta;
- Duráveis quando expostos a solicitações;
- Não reativos com álcalis do cimento;
- Fisicamente compatíveis com o cimento e armaduras;
- Forma e dimensões adequadas com as características do concreto.





MATERIAIS COMPONENTES

AGREGADOS PREFERENCIALMENTE NÃO REATIVOS

REATIVIDADE ÁLCALI-AGREGADO

Condições
para
ocorrência

- Agregado reativo;
- Álcalis (sódio e potássio) $> 3,0$ kg/m³ de concreto;
- Umidade $> 80\%$;
- Temperatura como catalisador.



MATERIAIS COMPONENTES

CLASSIFICAÇÃO QUANTO A ORIGEM

AGREGADOS NATURAIS



Areia



Seixo

AGREGADOS ARTIFICIAIS



Argila expandida



Brita



Granalha de aço



MATERIAIS COMPONENTES

CLASSIFICAÇÃO PELA DENSIDADE

MASSA ESPECÍFICA REAL

MASSA DE AGREGADO

VOLUME SÓLIDO

IMPORTANTE NA DOSAGEM

MASSA UNITÁRIA

MASSA DE AGREGADO

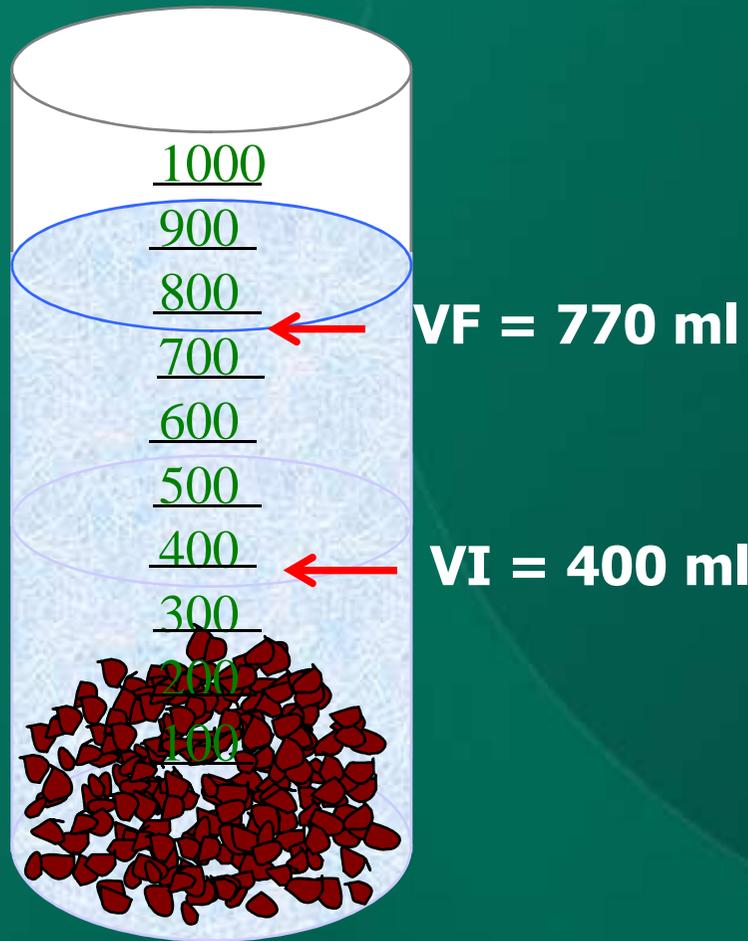
VOLUME COM VAZIOS

**IMPORTANTE NA DOSAGEM
EM VOLUME**



MATERIAIS COMPONENTES

DENSIDADE REAL DOS AGREGADOS



$$\text{Massa específica} = \frac{\text{Massa}}{\text{volume}}$$

$$\text{Massa do material} = 1000 \text{ g}$$

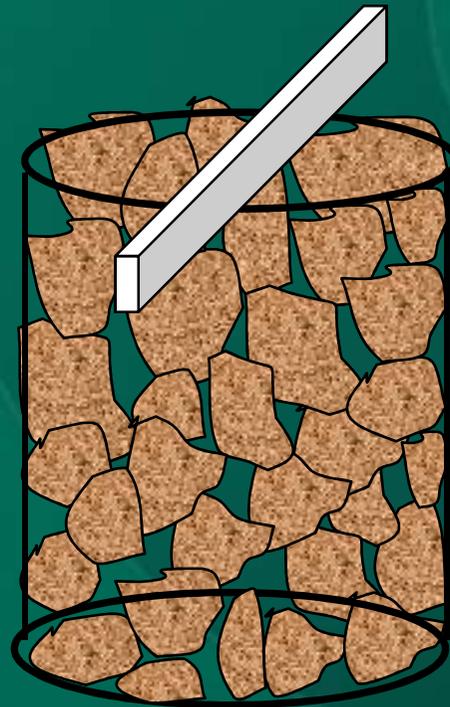
$$\text{Volume do material } VF - VI = 370 \text{ ml}$$

$$\text{Massa específica} = \frac{1000 \text{ g}}{370 \text{ cm}^3}$$

$$\text{M. esp} = 2.700 \text{ Kg/m}^3$$

MATERIAIS COMPONENTES

MASSA UNITÁRIA COM MATERIAIS GRAÚDOS EM ESTADO SOLTO (NBR NM 53)



**Mais
vazios
Entre
os
Grãos**

δ_a Massa Unitária = Massa do material / Volume do material com vazios



MATERIAIS COMPONENTES

MASSA UNITÁRIA COM MATERIAIS MIÚDOS EM ESTADO SOLTO (NBR NM 53)

A massa unitária ou densidade aparente corresponde à relação entre a massa de uma porção de material e o volume aparente que esta porção ocupa.

$$\delta_a = M/V_a$$

Neste caso, considera-se também como volume os vazios presentes entre os grãos do material.



A massa unitária é utilizada para transformar os materiais utilizados em massa para volume com vazios (dosado em obra).



MATERIAIS COMPONENTES

AGREGADOS LEVE: MASSA ESP. $Ab \leq 2.000$ Kg/m³

OS ISOLANTES TÉRMICOS ABNT – NBR 7213

Grupo I – Preparados por expansão: vermiculita etc,

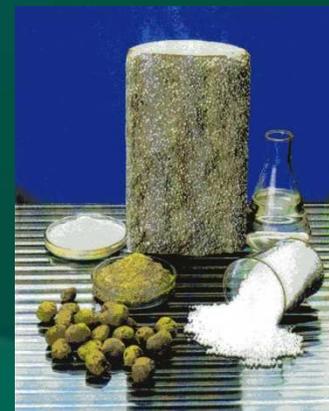
Grupo II – Preparados por expansão, calcinação, ou sinterização de produtos: escória de alto forno, argila, diatomita, cinzas volantes (“Flay-ash”) ardósia ou folhelho.

VERMICULITA EXPANDIDA - ABNT NBR 9230

Resultante da exp da vermiculita por choque térmico.



- Pérolas de isopor
- Vermiculita exp.
- Borracha (EVA)
- Argila expandida



**CONCRETO
LEVE:**



MATERIAIS COMPONENTES

**AGREGADOS
ABNT NBR – 7211**

OS MAIS UTILIZADOS

Massa Específica Absoluta

Entre Leve e Pesado:

2.000 a 3.000 kg/m³





MATERIAIS COMPONENTES

AGREGADOS PESADOS: MASSA ESPECÍFICA

ABSOLUTA $\geq 3.000 \text{ kg/dm}^3$

- Magnetita;
- Limonita;
- Barita;
- Hematita;
- Granalha de aço.



Foto ABCP



MATERIAIS COMPONENTES

GRANULOMETRIA (NBR NM 248)

Peneiramento





MATERIAIS COMPONENTES

GRANULOMETRIA - NBR NM 248

- A importância da distribuição dos grãos do agregado, desde os menores até os maiores, é fundamental nas propriedades do concreto;
- A granulometria é a ciência cujo objetivo é medir a forma (dimensão) do grão de agregado;

Determina a dimensão máxima característica (mm)
Determina o módulo de finura (adimensional).





GRANULOMETRIA (NBR NM 248)

MODULO DE FINURA

Soma das porcentagens Retidas acumuladas das peneiras da série normal, dividida por 100

DIÂMETRO MÁXIMO

Abertura de malha da menor peneira cuja porcentagem retida acumulada seja $\leq 5\%$

Nº Peneiras com a fonte em vermelho são intermediárias

Peneira (mm)	AREIA		
	Retido (gr)	Retida (%)	Acum. (%)
76	0	0	0
64	0	0	0
50	0	0	0
38	0	0	0
32	0	0	0
25	0	0	0
19	0	0	0
12,5	0	0	0
9,5	0	0	0
6,3	5	0,5	0,5
4,8	20	2,0	2,5
2,4	27	2,7	5,2
1,2	80,1	8,0	13,2
0,6	191,8	19,2	32,4
0,3	468,1	46,8	79,2
0,15	192	19,2	98,4
Fundo	16	1,6	98,4
Total	1000		
Modulo de Finura	2,31		
D. Máxima (mm)	4,8		



MATERIAIS COMPONENTES

CUIDADO NA ESTOCAGEM

ALTERAÇÃO DE GRANULOMETRIA





MATERIAIS COMPONENTES

**Granulometria
descontínua**

Brita 1



**Granulometria
contínua**

Brita 1



Granulometrias.exe

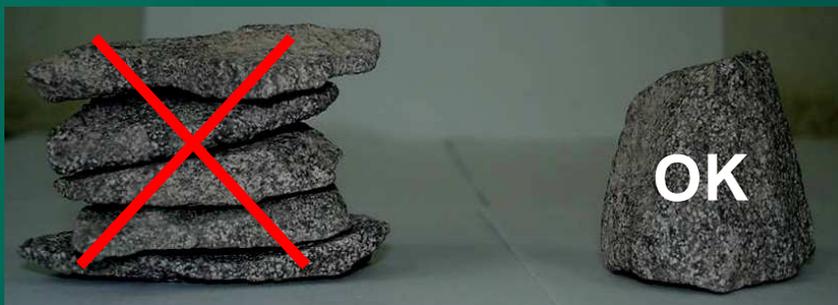


MATERIAIS COMPONENTES

FORMA DO GRÃO DE AGREGADO

PROPRIEDADES DA LAMELARIDADE

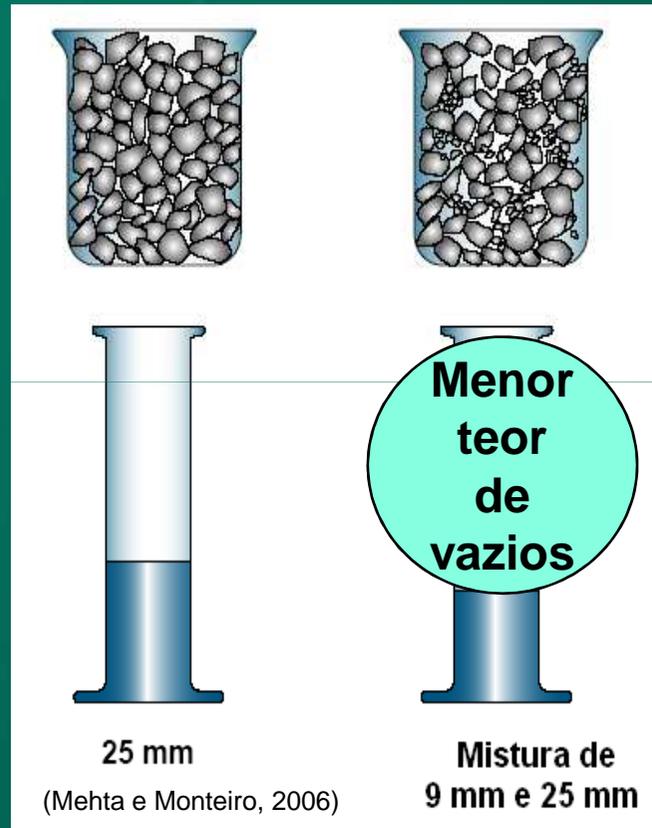
- Prejudicam a trabalhabilidade;
- Aumentam a formação de bolhas;
- Geram mais vazios entre os grãos;
- Exigem mais cimento para compensar a resistência perdida.
- São frágeis por isso o concreto perde resistência;
- **Grão alongado provoca segregação no concreto;**
- **Não passa nas armaduras fechada provocando falhas (bicheiras) no interior do concreto**





MATERIAIS COMPONENTES

EFEITO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA



Maior quantidade de vazios exige um maior consumo de pasta de cimento – **Conseqüentemente aumenta o custo, aumenta o calor de hidratação e aumenta a retração**



MATERIAIS COMPONENTES

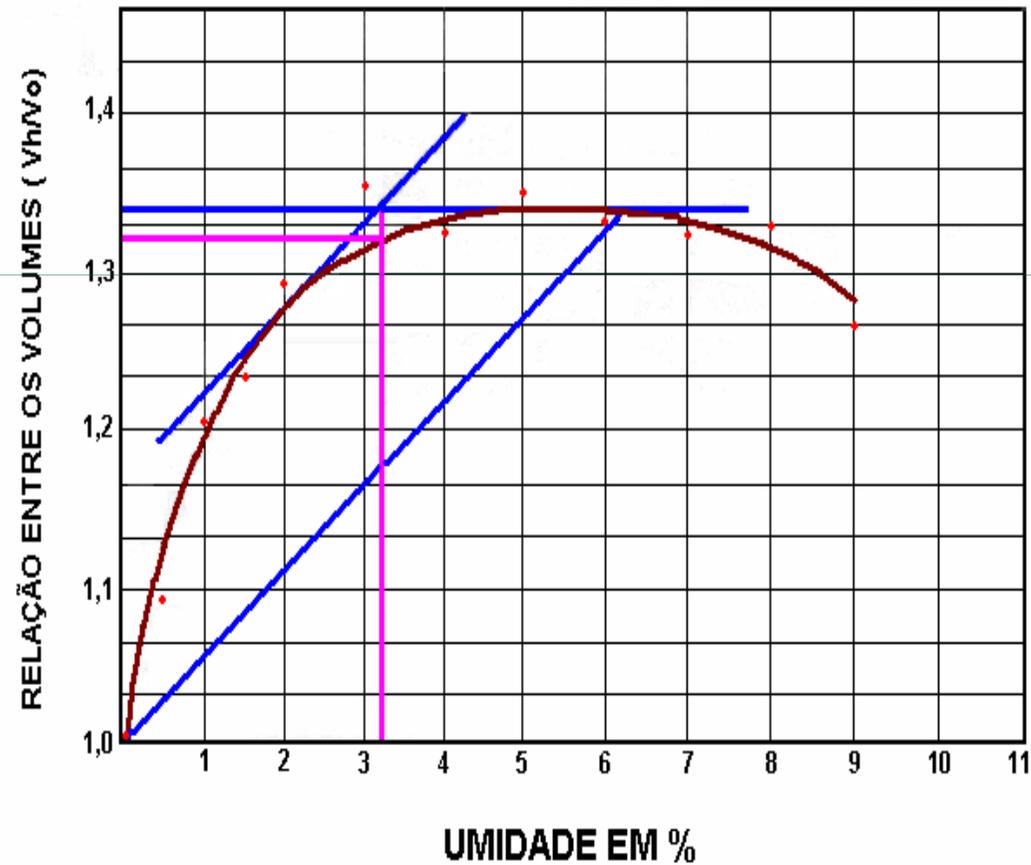
GRANULOMETRIAS E SEUS EFEITOS SOBRE OS CONCRETOS

PARÂMETRO DE DOSAGEM DO CONCRETO	CONCRETO FRESCO	CONCRETO ENDURECIDO	PARA REDUÇÃO DE CUSTO
	PARA UMA BOA TRABALHABILIDADE	PARA UMA BOA RESISTÊNCIA	
Granulometria do agregado miúdo	Preferência fina	Preferência grossa	Grossa
Relação do agreg. graúdo / miúdo	Menor proporção do graúdo	Maior proporção do graúdo	A maior possível
Consumo de água	Aumentar até um certo ponto	A diminuir	A aumentar
Granul. total	Preferência contínua	Preferência descontínua	A disponível
Dimensão máxima do agregado	Preferência média	Preferência pequena	A maior possível
Geometria do grão do agregado	Preferência esférico (Pedregulho)	Preferência irregular (Pedra britada)	Esférica (pedregulho)



MATERIAIS COMPONENTES

INCHAMENTO DO AGREGADO MIÚDO - AREIA





MATERIAIS COMPONENTES

UMIDADE E ABSORÇÃO





ARGILA EM TORRÕES NBR - 7218

- Material de baixa resistência a compressão;
- Ao passar entre as mãos deixa mancha;

NO CONCRETO:

- Proporciona fissuras superficiais e profundas;
- Não ocorre hidratação do cimento;
- Aparecem pontos escuros na superfície.





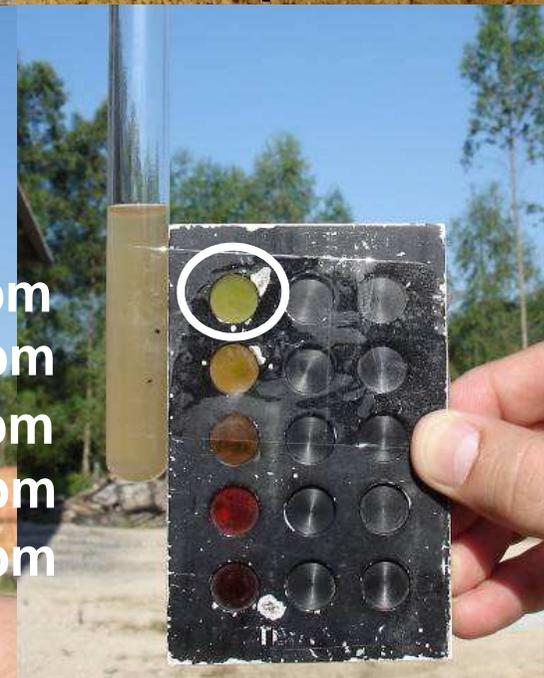
MATERIAIS COMPONENTES

IMPUREZA ORGÂNICA (NBR NM 49)

PLACA COLORIMÉTRICA

Impurezas orgânicas interfere na hidratação do cimento (podendo até inibir)

As impurezas são: gravetos, folhas, carvão, serragem e grãos de cereais - como são orgânicos, se decompõem com o tempo e provocam o aparecimento de mancha na superfície porosa do concreto





MATERIAIS COMPONENTES

AGREGADOS - MATERIAL PULVERULENTO (NBR – 7219)

O teor de material pulverulento é o pó do próprio material, na forma de argila ou outros materiais correspondentes às quantidades de partículas muito finas passantes na peneira 0,075 mm:

- **Adere à superfície do agregado graúdo formando uma camada isolante na base interface pasta/agregados, prejudicando a aderência da pasta e reduzindo a resistência do concreto.**
- Interfere na cor, no consumo de água, nas resistências: à compressão, à tração e abrasão do concreto.





MATERIAIS COMPONENTES

**CARACTERÍSTICA DE QUALIDADE DOS
AGREGADOS GRAÚDOS, FRIABILIDADE:
TENDÊNCIA DO AGREGADO DESAGREGAR
ENSAIO DE ABRASÃO “LOS ANGELES”
Para concreto desgaste $\leq 50\%$**





MATERIAIS COMPONENTES

ADIÇÕES

Sílica Ativa NBR 13956
As demais...?

Metacaulim
NBR 15894





MATERIAIS COMPONENTES

ESTATÍSTICAS DAS DENSIDADES

-Massa Específica ME = Massa / Volume real

-Massa Unitária MU = Massa/Volume total(+vazios)

Agregados	Massa Específica kg/m³	Massa Unitária Solto kg/m³
EPS (Isopor)	15 a 20	8 a 10
EVA (Resíduos de havaiana)	25 a 35	12 a 15
Vermiculita	300 a 600	200 a 400
Agregado celular	500 a 2.100	300 a 1.100
Argila expandida f 4,8	1.400 a 1.600	800 a 900
Argila expandida f 9,5	1.080 a 1.180	600 a 680
Argila expandida f 19	1.000 a 1.080	550 a 600
Argila expandida f 25	900 a 950	500 a 550



MATERIAIS COMPONENTES ESTATÍSTICAS DAS DENSIDADES

-Massa Específica ME = Massa / Volume real

-Massa Unitária MU = Massa/Volume total(+vazios)

DENSIDADES DOS AGREGADOS NORMAIS PARA CONCRETO

Agregados	Massa Específica kg/m ³ ABNT-NM53	Massa Unitária Solto kg/m ³ ABNT-NM53
Granito	2.600 - 3.000	1.300 - 1.500
Xisto	2.300 - 2.800	1.400 - 1.600
Mármore	2.450 - 2.700	1.300 - 1.550
Calcário	2.500 - 2.800	1.300 - 1.500
Gnaisse	2.700 - 2.800	1.300 - 1.450
Basalto	2.700 - 3.000	1.400 - 1.550
Arenito	2.200 - 2.800	1.350 - 1.500
Quartzito	2.550 - 2.700	1.400 - 1.650
Cascalho	2.600 - 2.800	1.300 - 1.500



MATERIAIS COMPONENTES

ESTATÍSTICAS DAS DENSIDADES

Massa Específica ME = Massa / Volume real

DENSIDADES DOS AGREGADOS PESADOS PARA CONCRETO

Agregados	Massa Específica kg/m ³ ABNT-NM53	
Limonita de aço	3.300	- 4.300
Barita (Sulfato de Bário)	3.000	- 4.700
Magnetita (óxido de ferro)	4.500	- 5.500
Hematita (óxido férrico)	5.000	- 6.500
Escória de chumbo	10.500	- 11.500

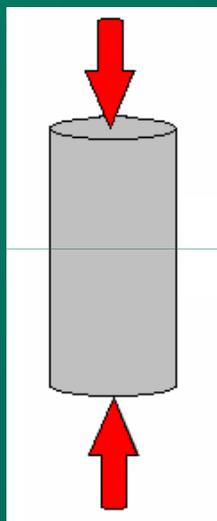
Os agregados pesados são utilizados em concretos para estruturas especiais, tais como blindagem contra irradiações gama raio X, abrigo antiatômico etc.



MATERIAIS COMPONENTES

ESTIMATIVA DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL DOS AGREGADOS NORMAIS

Agregados	Resistência à compressão (MPa)
Granito	85 - 275
Xisto	90 - 300
Mármore	50 - 245
Calcário	90 - 270
Gnaisse	95 - 235
Basalto	95 - 285
Arenito	45 - 240
Quartzito	120 - 260
Cascalho	165 - 265



Os agregados não são utilizados para regular a resistência de um concreto, mas podem limitar a sua resistência à compressão.



DOSAGEM

MÉTODOS DE DOSAGENS MAIS USADOS

Método	Relação agregado graúdo/miúdo	Consumo de cimento
INT	Em função de uma composição granulometria que se adapte a curvas padrão	Em função do a/c da porcentagem de água/mistura seca que depende do Diâmetro máximo e adensamento
IPT	Em função da relação areia/pedra mais adequada ao tipo concreto	Experimentalmente em função da trabalhabilidade e consistência pelo abatimento do tronco de cone
ACBP	Em função da relação da Massa Unitária Compactada e M. Específica Real absoluta	Com auxílio da rota de igual trabalhabilidade relacionando o traço água/cimento
Vitervo O Reilly	Em função da relação ótima da mistura de agregados < % vazios	Em função do consumo de água e relação a/c
ACI	Em função de valores obtidos experimentalmente	Em função do consumo de água e relação água/cimento
EMPÍRICO	Experimental visualizando o aspecto do concreto	Proporcional a resistência (fck) desejado, determinar os ajustes



CONTROLE TECNOLÓGICO DOS AGREGADOS DO CONCRETO PREVISTO NA NBR 12654

DOSAGEM



- Massa Específica real e absorção;
- Massa Unitária dos agregado seco e úmido em estado solto;
- Granulometria;
- Inchamento dos agregados miúdos;
- Teor de argila em torrões;
- Teor de Pulverulento;
- Impureza orgânica;

ENSAIO ESPECIAIS;

- **Abrasão “Los Angeles”;**
- **Resistência ao esmagamento para agregados graúdos;**
- **Reatividade Potencial de álcalis;**
- **Apreciação petrográfica;**
- **Constituintes mineralógicos.**



CONSIDERAÇÕES DO PROJETO

- Resistência característica do concreto f_{ck} ou f_{ctM} ;
- Características das peças;
- Taxa de armadura (aço);
- Dimensão máxima característica do agregado;
- Relação a/c cimento;
- Densidade do concreto;
- Descimbramento (Desforma);
- Módulo de Elasticidade;
- Exposição ambiental do concreto.





DOSAGEM

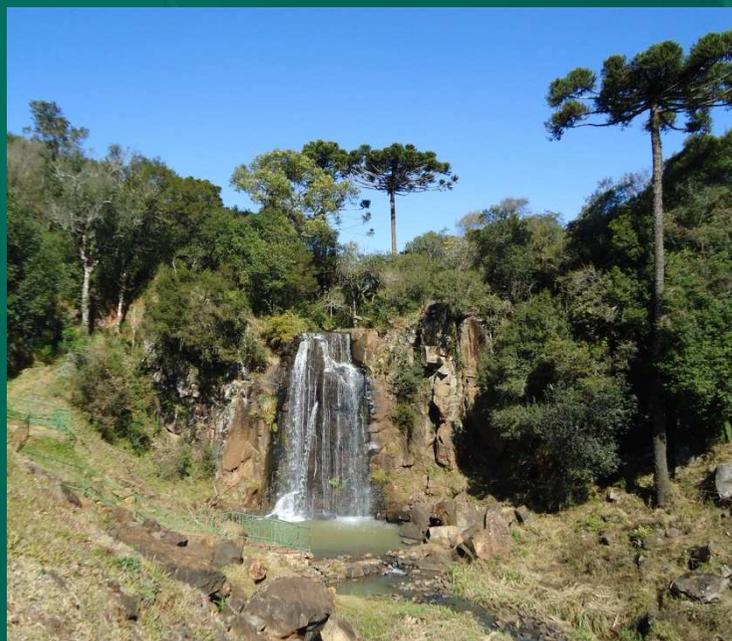
RESISTÊNCIA ESPECIFICADA

- **Compressão simples → Em todos os projetos**
 - **Tração por compressão diametral**
 - **Tração na flexão**
 - **Módulo de tensão-deformação**
 - **Desgaste por abrasão**
- Projetos especiais**

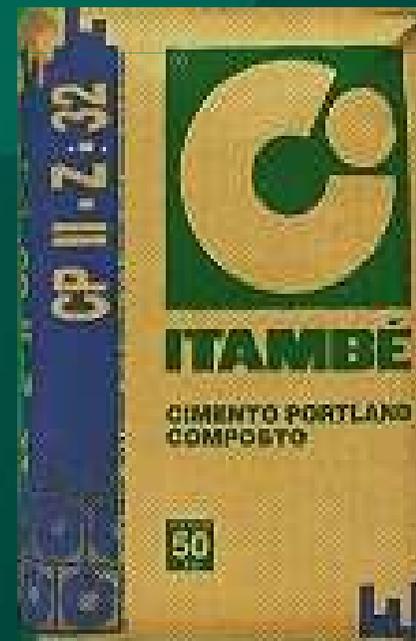


DOSAGEM

FIXAÇÃO DA RELAÇÃO ÁGUA / CIMENTO



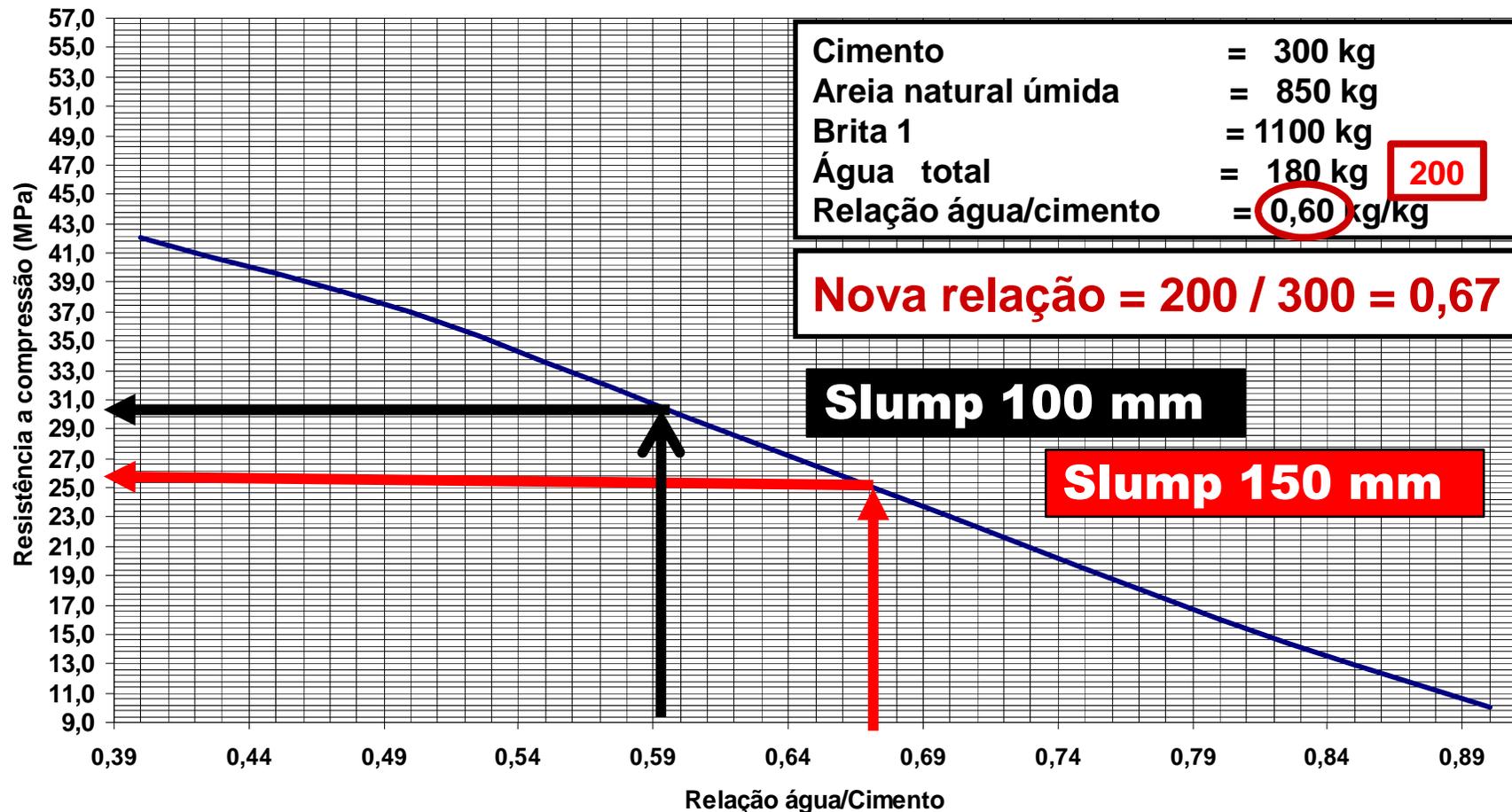
X





DOSAGEM

A RESISTÊNCIA DO CONCRETO SERÁ FUNÇÃO DA RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO





DOSAGEM

FIXAÇÃO DA RELAÇÃO ÁGUA / CIMENTO

- **DURABILIDADE – ACI (American Concrete Institute);**
- **ABNT NBR 12655 / 6118, em função da classe ou nível, de agressividade ambiental de exposição do concreto;**
- **Curva de Abrams da resistência do cimento;**
- **Curva de Abrams da resistência do concreto;**
- **Projeto da obra;**
- **Histórico da indústria de pré-moldados de concreto;**
- **Histórico das concreteiras;**
- **Referência de laboratórios de controle da qualidade;**
- **Dosagem método do IPT, através da consistência.**



DOSAGEM

FIXAÇÃO DA RELAÇÃO ÁGUA / CIMENTO EM FUNÇÃO DAS CLASSES DE AGRESSIVIDADES AMBIENTAIS – NBR 6118/12655

CONCRETO	TIPO	CLASSE DE AGRESSIVIDADES AMBIENTAIS			
		I - Fraca	II - Moderada	III - Forte	IV- Muito forte
		Ambiente Rural e Submersa Risco de deterioração da estrutura Insignificante	Ambiente Urbana Risco de deterioração da estrutura Pequeno	Ambiente Marinha e industrial deterioração da estrutura Grande	Ambiente Industrial Respingo de maré deterioração da estrutura Elevado
Relação água/cimento	Concreto armado	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	Concreto Protendido	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe (NBR 8953)	Concreto armado	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	Concreto Protendido	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$
C. Cimento (Kg/m ³)	Concreto armado e protendido	≥ 260	≥ 280	≥ 320	≥ 360



DOSAGEM

FIXAÇÃO DA RELAÇÃO ÁGUA / CIMENTO

REQUISITOS PARA CONCRETO EM CONDIÇÕES ESPECIAIS DE EXPOSIÇÕES – NBR 12655

Condições de exposições	Relação Água/Cimento máximo para concreto com agregado normal	fck mínimo para concreto com agregado leve ou normal (MPa)
Condições que exigem concreto de baixa permeabilidade à água	0,50	35
Exposições a processos de gelo / degelo em condições de umidade ou agentes químicos de degelo	0,45	40
Exposições a cloretos	0,40	45



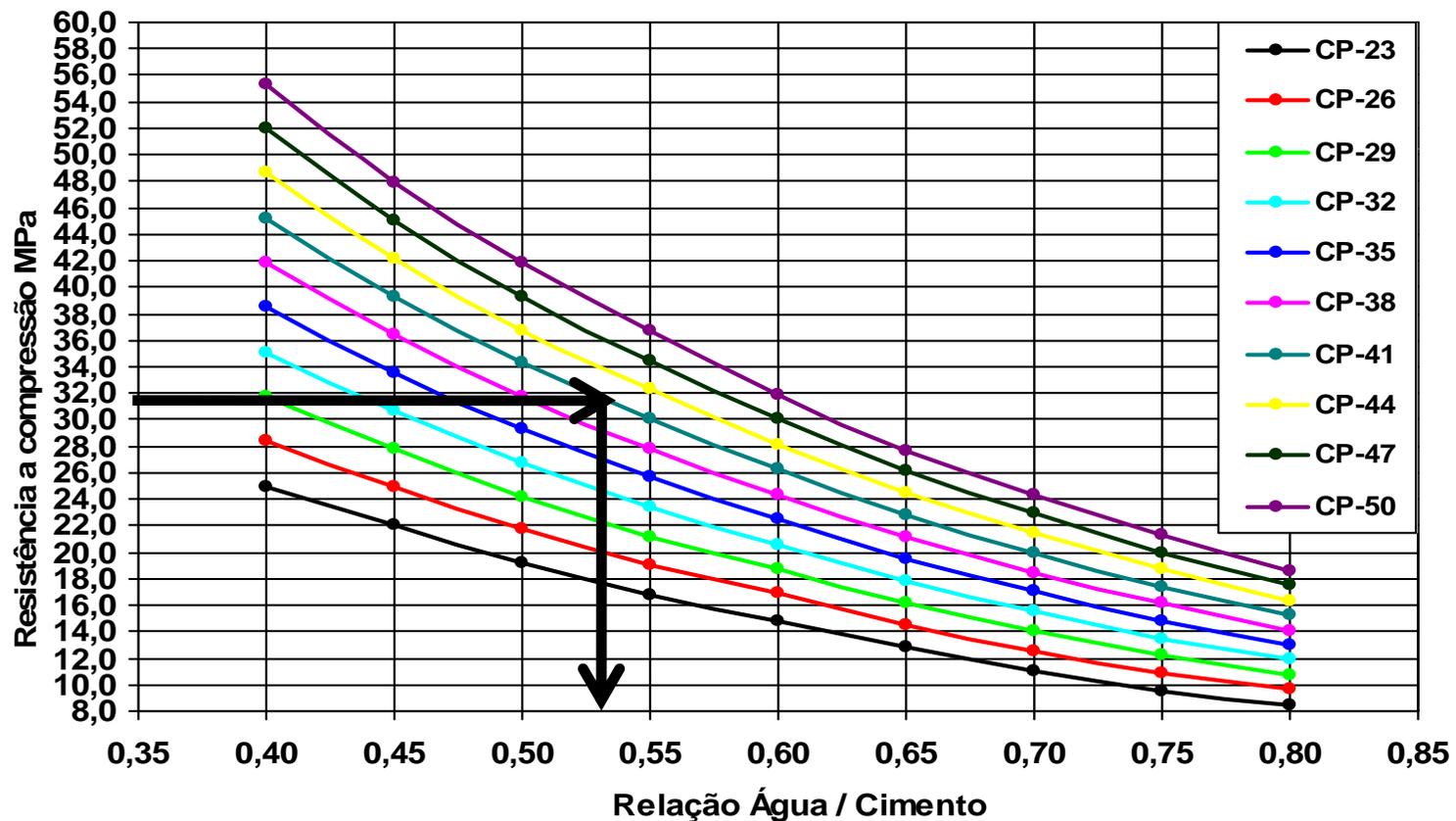
DOSAGEM

RELAÇÃO ÁGUA / CIMENTO NA CURVA DE ABRAMS DO CIMENTO

f_{cj} = Resistência de dosagem para idade de j dias

$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_{cj} = [(1,65 \times sd) + f_{ck}]$

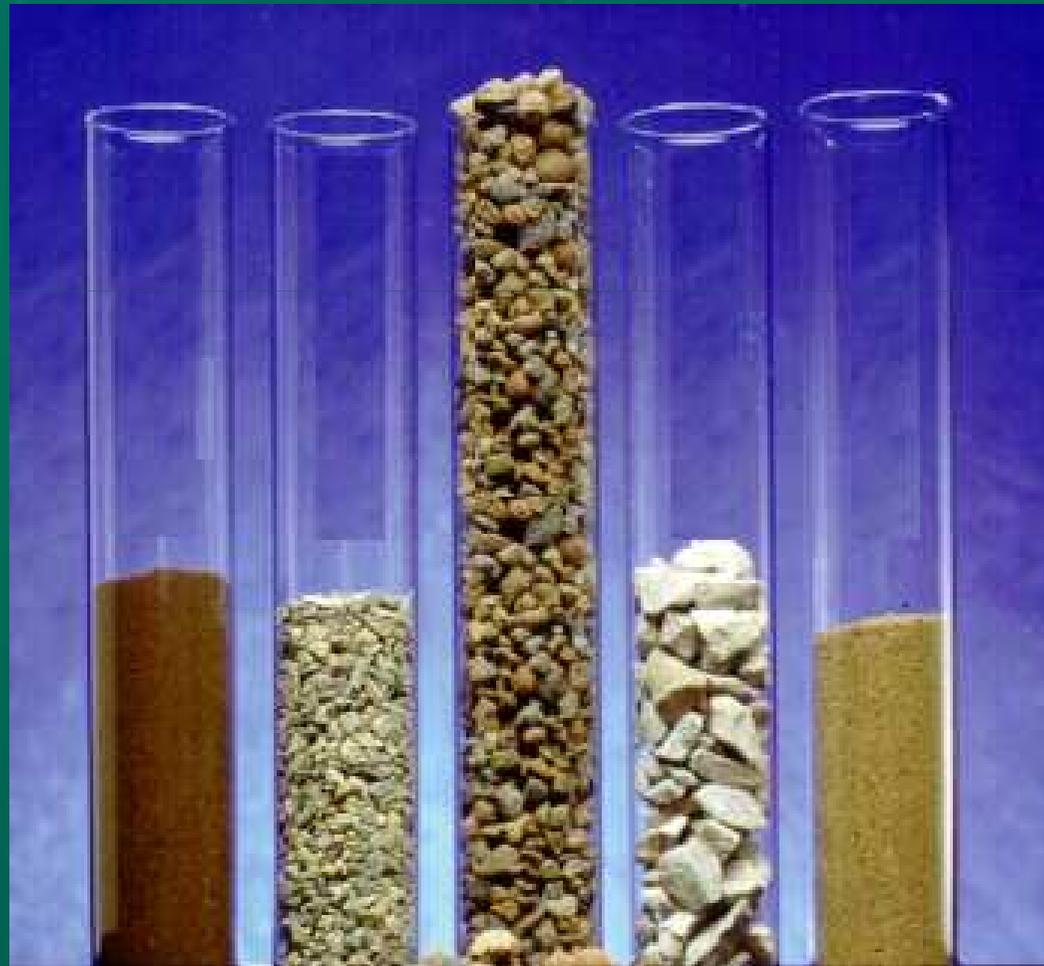
$sd = 4.0 \text{ MPa}$ $f_{cj} = [(1,65 \times 4,0) + 25] = 32 \text{ MPa}$





DOSAGEM

COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS



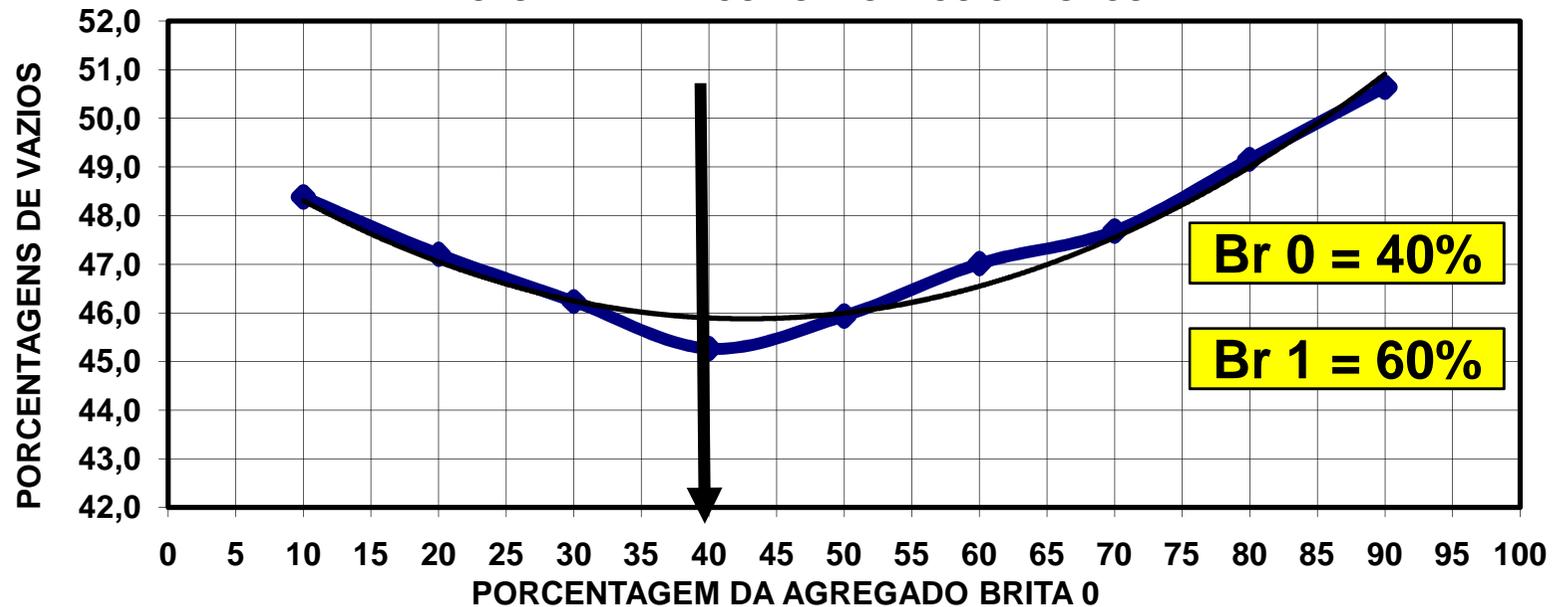


DOSAGEM

COMPOSIÇÕES DOS AGREGADOS GRAÚDOS

(γ_{P2}) Massa específica da Pedra 0	(γ_{P1}) Massa específica da Pedra 1	(γ_{mb}) Massa específica mistura P0+ P1	Porcentagen s entre os agregados graúdos (%)		Massa de acrescimo de pedra nº 0	Massa de pedra nº 0	Massa total de pedra1	Tara do recipiente vazio	Volume do recipiente	Massa dos agregados mais o recipiente	(γ_{Mu}) Massa unitária compactada	vazios (%)
(kg/dm ³)	(kg/dm ³)	(kg/dm ³)	nº 0	nº 1	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(dm ³)	(kg)	(kg/dm ³)	(%)
2,910	2,940	2,937	10	90	0,000	1,111	10,00	7,790	16,70	32,00	1,450	50,6
2,910	2,940	2,934	20	80	1,389	2,500	10,00	7,790	16,70	32,70	1,492	49,2
2,910	2,940	2,931	30	70	1,786	4,286	10,00	7,790	16,70	33,40	1,534	47,7
2,910	2,940	2,928	40	60	2,381	6,667	10,00	7,790	16,70	33,70	1,551	47,0
2,910	2,940	2,925	50	50	3,333	10,00	10,00	7,790	16,70	34,20	1,581	45,9
2,910	2,940	2,922	60	40	5,000	15,00	10,00	7,790	16,70	34,50	1,599	45,3
2,910	2,940	2,919	70	30	8,333	23,33	10,00	7,790	16,70	34,00	1,569	46,2
2,910	2,940	2,916	80	20	16,67	40,00	10,00	7,790	16,70	33,50	1,540	47,2
2,910	2,940	2,913	90	10	50,00	90,00	10,00	7,790	16,70	32,90	1,504	48,4

MISTURA IDEAL DOS AGREGADOS GRAÚDOS

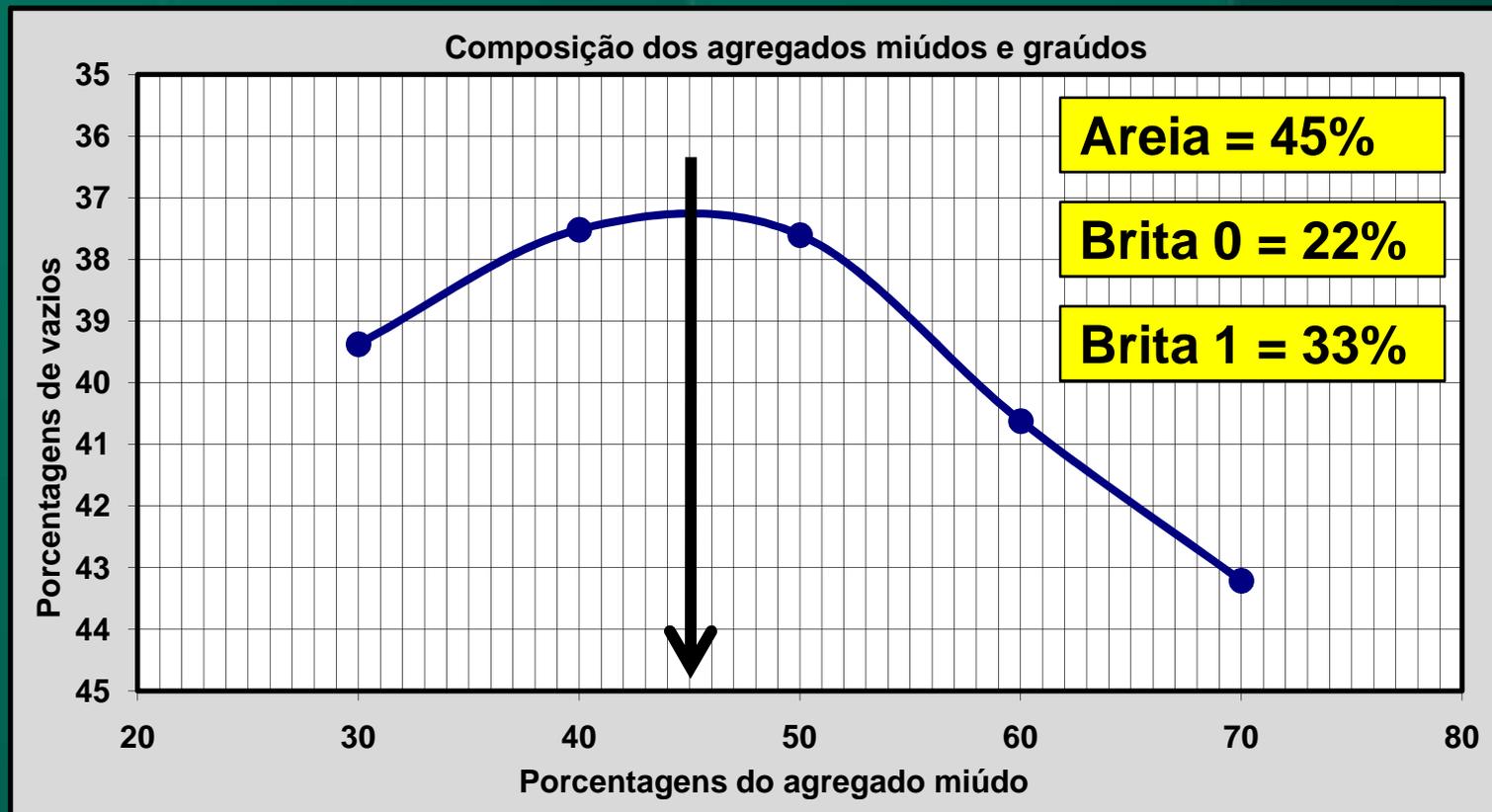




DOSAGEM

COMPOSIÇÕES DE MIÚDOS E GRAÚDOS

(δMar) Massa específica absoluta da areia (kg/dm ³)	(δMP) Massa específica Real das Britas (kg/dm ³)	(δMm) Massa específica Real. da mistura (kg/dm ³)	Porcentagens dos agregados		Acréscimo de areia (kg)	Massa do agregado miúdo areia (kg)	Massa dos agregados graúdos (kg)	Tara do recipiente (kg)	Volume do recipiente (dm ³)	Massa dos agregados mais o recipiente (kg)	(δMuc) Massa unitária compac (kg/dm ³)	Porcentagens de vazios (%)
			Pedras	Areia								
2,630	2,990	2,882	70	30	4,200	1,800	6,000	4,500	3,000	9,410	1,637	43,21
2,630	2,990	2,846	60	40	3,600	2,400	6,000	4,500	3,000	9,570	1,690	40,62
2,630	2,990	2,810	50	50	3,000	3,000	6,000	4,500	3,000	9,760	1,753	37,60
2,630	2,990	2,774	40	60	2,400	3,600	6,000	4,500	3,000	9,700	1,733	37,52
2,630	2,990	2,738	30	70	1,800	4,200	6,000	4,700	3,000	9,680	1,660	39,37





DOSAGEM

COMPOSIÇÃO ATRAVÉS DA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DO AGREGADO MIÚDO

Peneira abertura de malha (mm)	NBR 7211: 2005 – LIMITES % RETIDAS ACUMULADAS DO AGREGADO (EM MASSA)			
	Limites Inferiores		Limites Superiores	
	Zona utilizável	Zona ótima	Zona ótima	Zona utilizável
9,5	0	0	0	0
6,3	0	0	0	7
4,8	0	0	5	10
2,4	0	10	20	25
1,2	5	20	30	50
0,6	15	35	55	70
0,3	50	65	85	95
0,15	85	90	95	100

Fonte
vermelha
são peneiras
intermediária

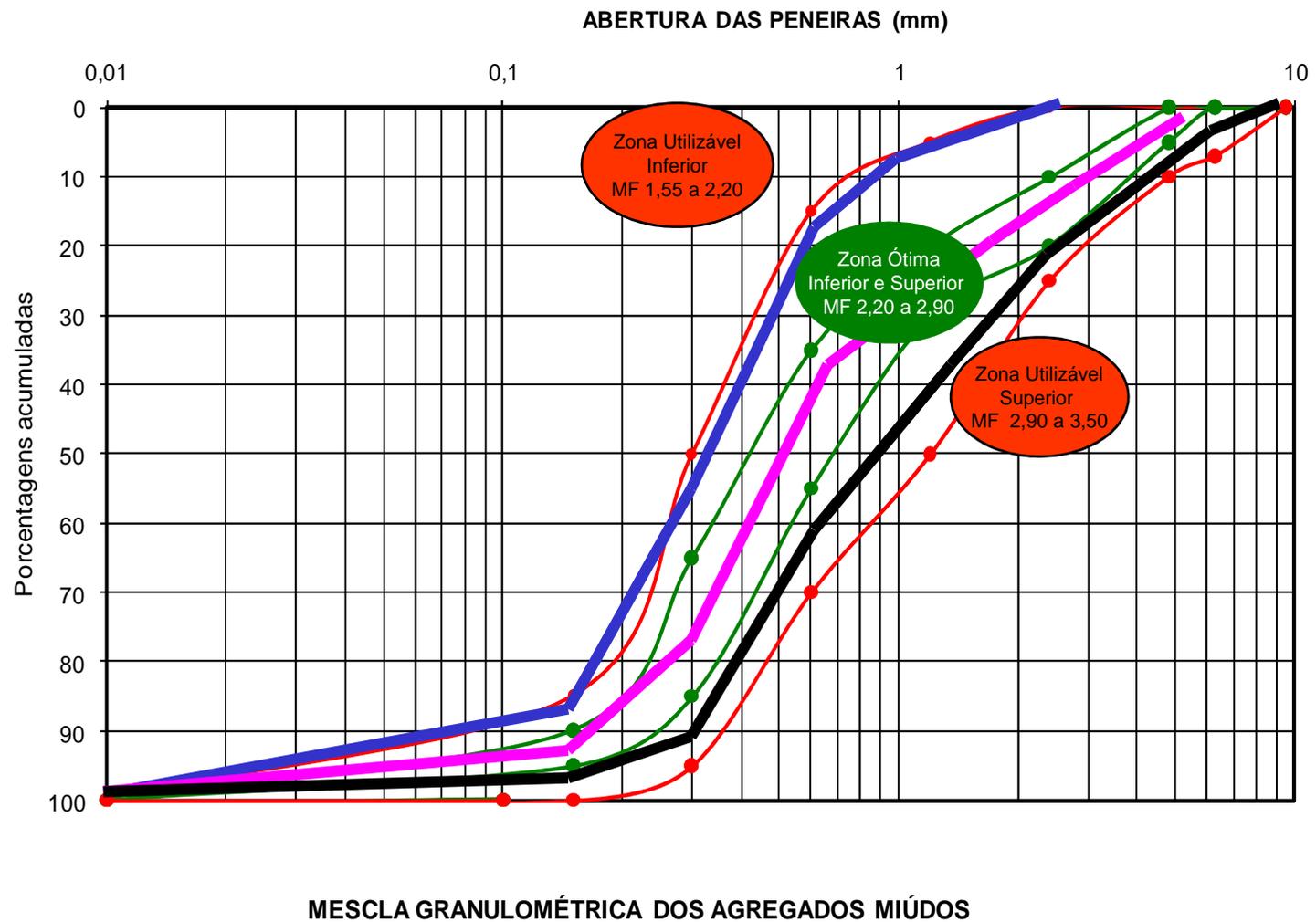
Módulo de finura: -Entre 2,20 e 2,90 para a zona ótima;
-Entre 1,55 e 2,20 para a zona utilizável inferior;
-Entre 2,90 e 3,50 para a zona utilizável superior



DOSAGEM

COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS MIÚDOS ATRAVÉS DA GRANULOMETRIA

Zona utilizável inferior 1,55 a 2,20 - Zona utilizável superior 2,90 a 3,50 - Zona ótima 2,20 a 2,90





DOSAGEM

COMPOSIÇÃO ATRAVÉS DA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DOS AGREGADOS GRAUDOS

Peneiras abertura de malha (mm)	NBR 7211: 2005 - Limites - % retidas acumuladas (em massa)				
	Zona granulométrica				d/D ¹⁾
	4,8 – 12,5	9,5 – 25	19 - 32	25 - 50	38 - 75
75				–	0 – 5
63				–	5 – 30
50				0 – 5	75 – 100
38				5 – 30	90 – 100
32			0 – 5	75 – 100	95 – 100
25		0 – 5	5 – 25 ²⁾	87 – 100	–
19		2 – 15 ²⁾	65 ²⁾ – 95	95 – 100	–
12,5	0 – 5	40 ²⁾ – 65 ²⁾	92 – 100	–	–
9,5	2 – 15 ²⁾	80 ²⁾ – 100	95 – 100	–	–
6,3	40 ²⁾ – 65 ²⁾	92 – 100	–	–	–
4,8	80 ²⁾ – 100	95 – 100	–	–	–
2,4	95 – 100	–	–	–	–

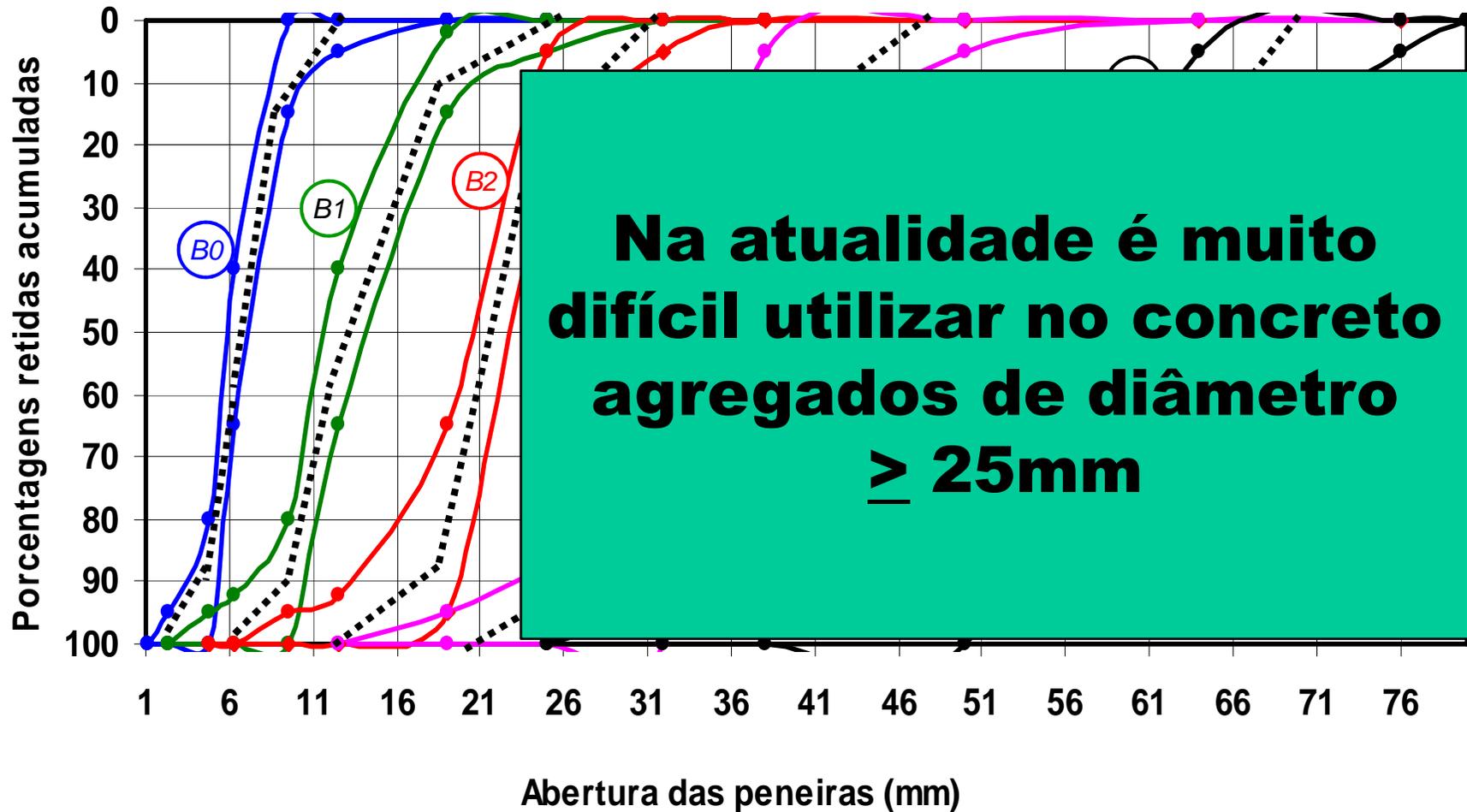
Fonte vermelha são peneiras intermediária

1) Zona granulométrica correspondente á menor (d) e maior (D) dimensão do agregado graúdo.

2) Em cada zona granulométrica deve ser aceita uma variação de no máximo 5 unidades % em apenas um dos limites



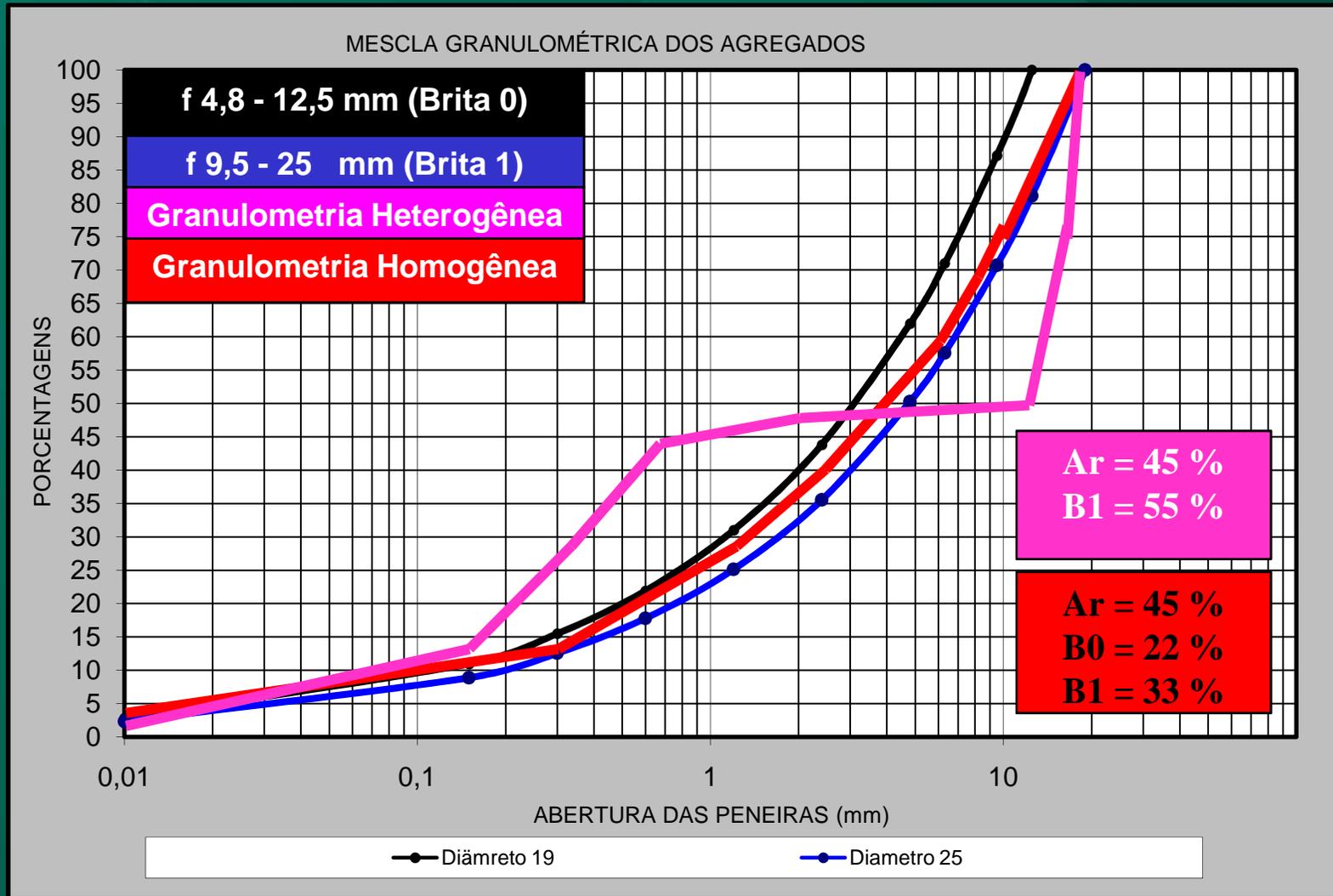
DOSAGEM COMPOSIÇÃO DOS AGREGADOS GRAÚDOS ATRAVÉS DA GRANULOMETRIA





MATERIAIS COMPONENTES

MESCLAGEM GRANULOMÉTRICA IDEAL DOS AGREGADOS





DOSAGEM DE CONCRETO METODO DO INT - DEFINIÇÃO

- Resistência característica (f_{ck});
- Resistência a tração na flexão (f_{ctM});
- Diâmetro máximo do agregado;
- Resistência de dosagem (f_{cj});
- Relação água/cimento (a/c);
- Porcentagem de água sobre os materiais secos;
- Abatimento do concreto (Slump)
- Massa dos agregados em relação ao cimento (m);
- Porcentagens de cada agregado em função das curvas de distribuições granulométrica;
- Traço Unitário em Peso Seco (TUPS)
- Massa dos materiais para 1.0 m³ de concreto.



DOSAGEM

DADOS PARA CÁLCULOS DA DOSAGEM METODO - INT

▪ **Resistência do concreto f_{ck}**

▪ **Desvio padrão**

▪ **Relação água cimento**

▪ **Porcentagem de água em relação aos materiais secos (A%)**



DESVIO PADRÃO

$$sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

NBR 12655



DEFINIÇÃO DO f_{cj} aos 28 dias

CONDIÇÃO DE PREPARO



Condição A = 4,0 MPa (aplicável às classes C10 até C80): todos os materiais são medidos em massa, exceto a água de amassamento que poderá ser medida em massa ou volume utilizando dispositivo dosador e corrigida em função da umidade dos agregados.

Condição B = 5,5 MPa (aplicável para às classes C10 até C25): o cimento é medido em massa, a água de amassamento é medida em massa ou volume mediante dispositivo dosador, os agregados em massa combinada com volume. A umidade dos agregados miúdos determinada pelo menos três vezes ao dia. O volume dos agregados miúdos é corrigido através da curva de inchamento estabelecida especificamente para os materiais utilizados.

Condição C = 7,0 MPa (aplicável somente para os concretos de Classe C10 e C15): o cimento é medido em massa, os agregados medidos em volume, a água de amassamento é medida em volume e corrigida em função da estimativa da umidade dos agregados e pela confirmação da consistência (Slump) estabelecido do concreto em estado fresco. (ABNT estabelece o teor de umidade em 4,0%)



DOSAGEM DE CONCRETO MÉTODO - INT

CÁLCULO DO f_{cj}

Resistência de dosagem f_{cj} (referência 28 dias)

Para garantir que 95% das resistências atinja o f_{ck}

$$f_{cj} = [(1,65 \times s_d) + f_{ck}]$$

Dados:

- desvio padrão $s_d = 4,0$ MPa
- $f_{ck} = 25$ MPa
- 1,65 fator de cálculo (65% do desvio padrão)
- $f_{cj} = [(1,65 \times 4,0) + 25] = 32$ MPa



MÉTODO - INT

TABELA DA PORCENTAGEM DE ÁGUA EM RELAÇÃO AOS MATERIAIS SECOS - A%

ESTUDO - INT / ABC				
Diâmetro Máximo	PARA DENSAMENTO			Ar aprisionado
	Manual	Moderado	Energico	
(mm)	(%)	(%)	(%)	(%)
6,3	11,5	10,5	9,5	3,5
9,5	11,0	10,0	9,0	3,0
12,5	10,5	9,5	8,5	2,5
19	10	9,0	8,0	2,0
25	9,7	8,5	7,5	1,5
32	9,5	8,2	7,3	1,0
38	9,0	8,0	7,0	0,7
50	8,5	7,5	6,5	0,5



MÉTODO - INT

CALCULAR A MASSA DE AGREGADO EM RELAÇÃO AO CIMENTO (m)

$$m = \frac{a/c \times 100}{A\%} - 1$$

- Relação água/cimento obtido = 0,53 kg/kg
- A% em função do D. Máximo = 8,0 %

$$\text{Logo } m = \frac{0,53 \times 100}{8,0} - 1 = 5,625 \text{ kg}$$

$$m = 5,625 \text{ kg}$$

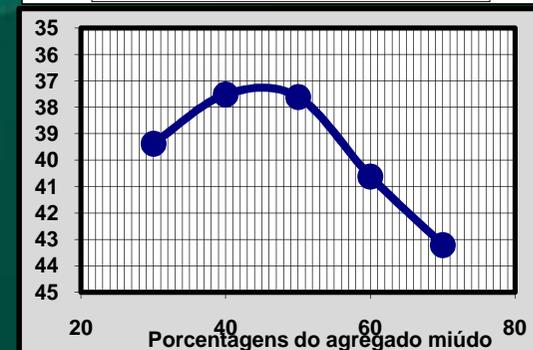
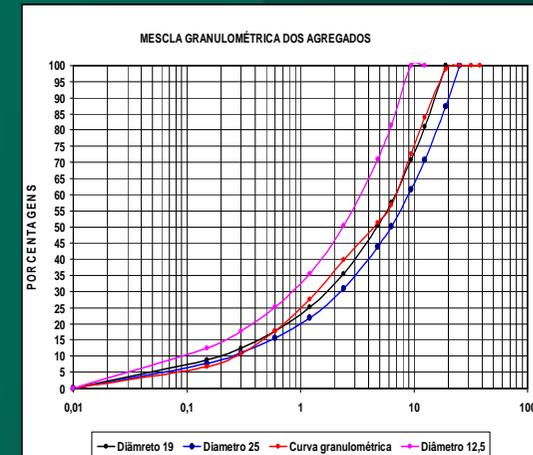


MÉTODO - INT

PESO DOS AGREGADOS EM RELAÇÃO AO CIMENTO

TUPS = Traço-Unitário-Peso-Seco

- Obtido na curva de distribuição granulométrica **Areia = 45%**
- Obtido na curva de distribuição granulométrica **Brita = 55%**
- Massa da areia = $[(\% \text{ da Areia} \times m)/100]$
- Massa da Areia = $[(45 \times 5,625)/100] = \mathbf{2,53 \text{ kg}}$
- Massa da Brita = $[(\% \text{ da Brita} \times m)/100]$
- Massa da Brita = $[(55 \times 5,625)/100] = \mathbf{3,09 \text{ kg}}$



TUPS: C = Cimento kg A = Areia kg B = Brita kg a/c

1	2,53	3,09	0.53
----------	-------------	-------------	-------------



MÉTODO - INT

Volume absoluto do traço unitário dos materiais em peso seco = $(1/\gamma_C + A/\gamma_A + B/\gamma_B + A/C)$

$$\text{Cimento } 1 = \frac{1}{\gamma_C} = \frac{1}{3,00} = 0,333 \text{ Litros}$$

$$\text{Areia } 2,53 = \frac{A}{\gamma_A} = \frac{2,53}{2,600} = 0,973 \text{ Litros}$$

$$\text{Brita } 3,09 = \frac{B}{\gamma_B} = \frac{3,09}{2,900} = 1,066 \text{ Litros}$$

$$\text{Aditivo } 0,007 = \frac{Ad}{\gamma_{Ad}} = \frac{0,007}{1,23} = 0,006 \text{ Litros}$$

$$\text{Relação Água / Cimento} = 0,53 \text{ Litros}$$

$$\text{Volume absoluto sem vazios} = 2,908 \text{ Litros}$$



MÉTODO - INT

CC = CONSUMO DE CIMENTO POR METRO CÚBICO DE CONCRETO

1.0 m³ = 1000 Litros, volume absoluto (sem vazios)

CC = 1000 - teor de ar aprisionado / Volume Absoluto

(1000 - 2,0% de ar = 980 litros)

Logo CC = 980 / 2,908 = 337 kg/m³

Consumo de Cimento =	337	Kg/m³
-----------------------------	------------	-------------------------



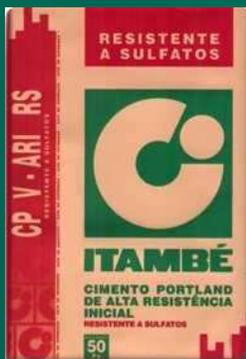
$$CC = \frac{1000 - \% \text{ de Ar aprisionado}}{1/\gamma C + A/\gamma A + B/\gamma B + A/C}$$



MÉTODO - INT

CONSUMO DOS AGREGADOS PARA UM METRO CÚBICO DE CONCRETO:

**Multiplica-se o consumo de cimento (CC)
pelo TUPS de cada agregado, obtem-se
consumo em massa de cada agregado
para um metro cúbico de concreto.
(Unidade kg/m³)**



$$CC \times TUPS =$$





CONSUMO DE ÁGUA PARA UM METRO CÚBICO DE CONCRETO

Multiplica-se a relação água / cimento (a/c)
pelo consumo de cimento (CC)
Obtem-se quantidade de água (kg/m^3)

CONSUMO DE ADITIVO / m^3 DE CONCRETO

Multiplica-se a porcentagem de aditivo
especificado pelo consumo de cimento (CC)
Obtem-se quantidade de aditivo (kg/m^3)



CONSUMO DOS MATERIAIS NO CONCRETO

Materiais	Cimento	x	TUPS	Kg/m³	Dosagem em volume para 50 kg de cimento	
Cimento =	337	x	1	337	50 X 1	= 50 kg
Areia =	337	x	2,53	853	50 x A / MU x CI 50x2,53/1,55x1,25	= 102 L
Brita =	337	x	3,09	1041	50 x B / MU 50 x 3,09 / 1,36	= 114 L
Aditivo =	337	x	0,006	2,0	50 x aditivo 50 x 0,006	= 0,30 L
Água =	337	x	0,53	179	50 x A/C 50 x 0,53	= 26,5 L



DOSAGEM METODO - IPT

TRAÇO RICO COM MATERIAIS SECOS EM PESO

Cimento

Agregados

a/c

1

3,0

Trabalhabilidade

TRAÇO MÉDIO COM MATERIAIS SECOS EM PESO

Cimento

Agregados

a/c

1

6,5

Trabalhabilidade

TRAÇO MÉDIO COM MATERIAIS SECOS EM PESO

Cimento

Agregados

a/c

1

10,0

Trabalhabilidade



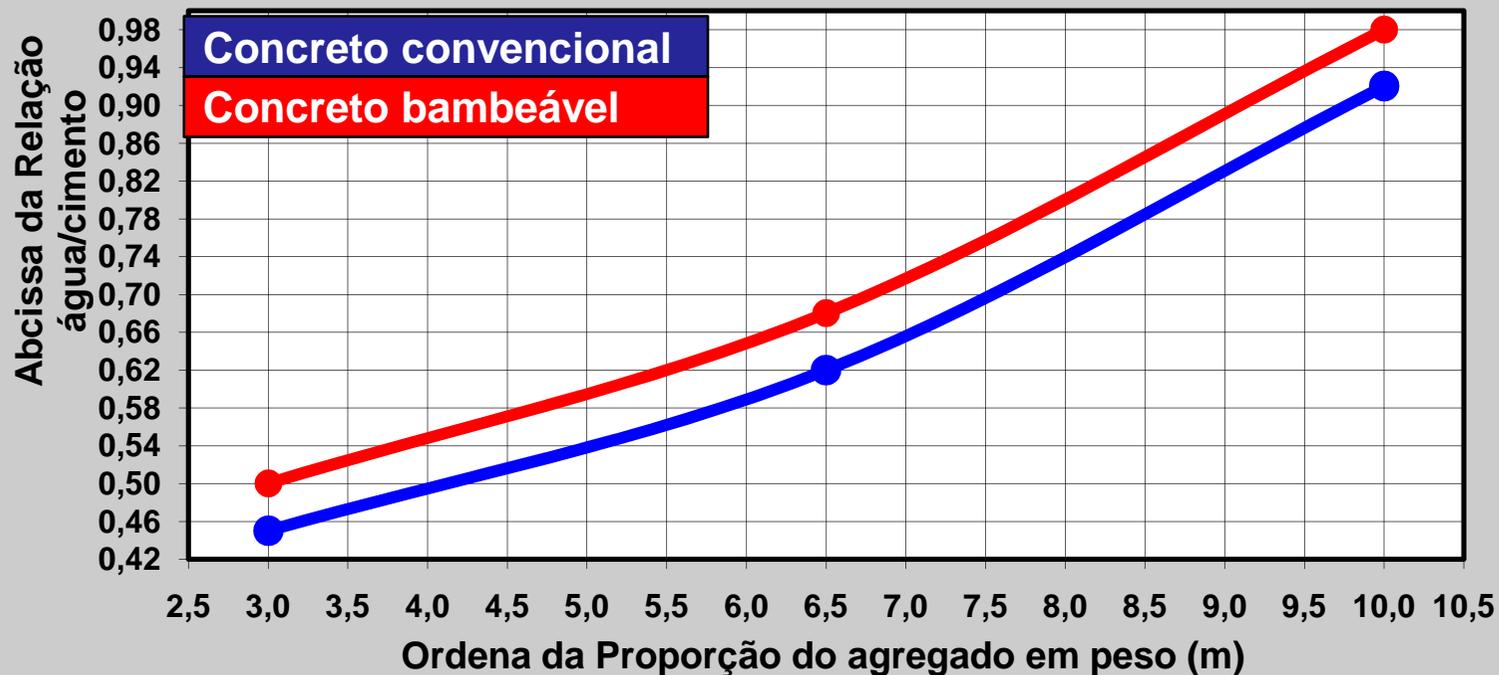
DOSAGEM

RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO PARA A TRABALHABILIDADE DESEJADA

CORRELAÇÃO CIMENTO AGREGADOS EM PESO

Cimento (kg)	Agregado (kg)	Água Cimento	Consistência (mm)	Água Cimento	Consistência (mm)
1	3,0	0,45	80	0,50	130
1	6,5	0,62	80	0,68	130
1	10,0	0,92	80	0,98	125

Correlação água/cimento (a/c) e agregado em peso (m)

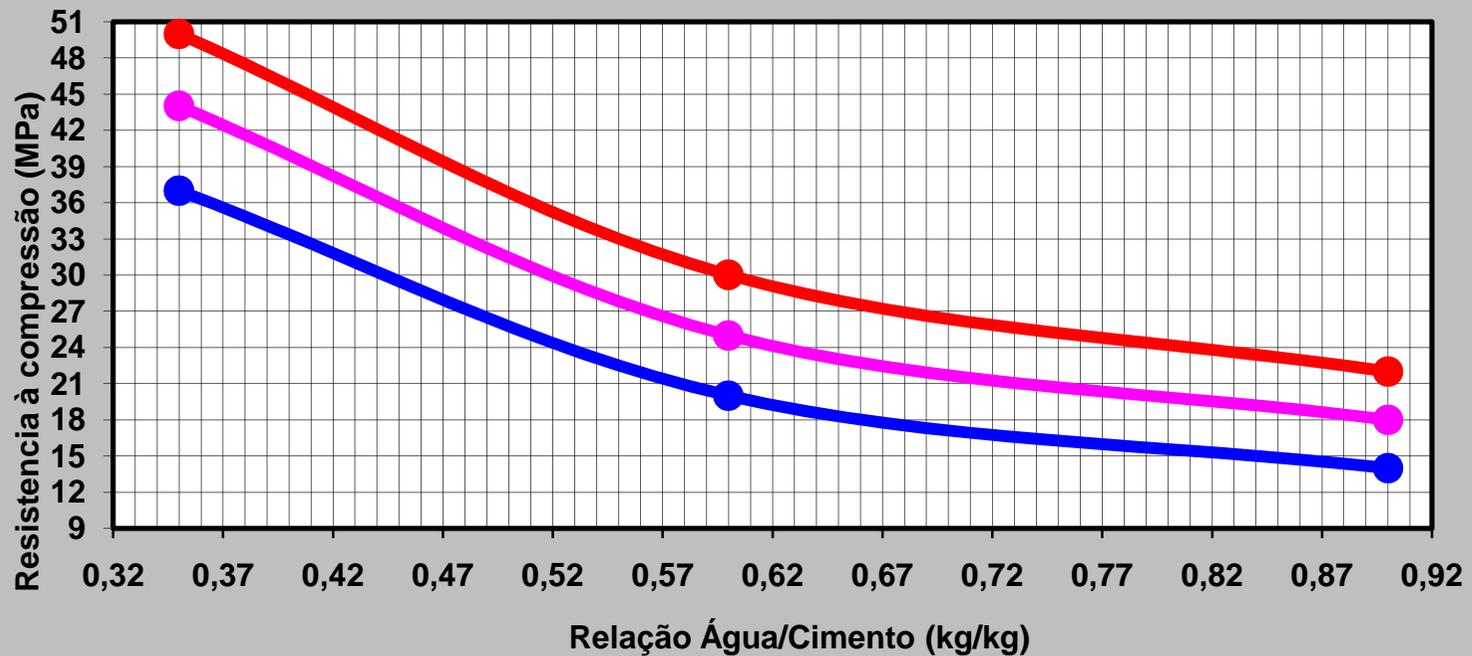




RESISTÊNCIAS OBTIDAS EM IDADES ESTABELECIDAS

DADOS OBTIDOS DAS DOSAGENS EXPERIMENTAIS

Traço (1 : m)		Água cimento (kg/kg)	fc - Resistência à compressão axial (MPa)			Slump (mm)
C	m		3d	7d	28d	
1	3,0	0,35	14	44	50	130
1	6,5	0,60	14	25	30	130
1	10,0	0,90	14	18	22	130





DOSAGEM

DOSAGEM DEFINITIVA-IPT

DOSAGEM DE CONCRETO								DATA		
Cimento:	Areia:		Brita:			Aditivo				
Resistência característica - fck	25	MPa	Desvio Padrão =		4,0	MPa	Resistência fcj	31,6	MPa	
Ar aprisionado no concreto =	1,5	(%)	Ar Incorporado		0,0	(%)	Argamassa	56,7	(%)	
Relação água/cimento do da curva de Abrams das resisência dos traços Rico, Médio e Pobre								A/C = 0,60		
Massa dos agregados retirado do gráfico da relação água/cimento em função da trabalhabilidade								M = 5,60		
Grupo de materiais	Aglomerantes		Areias			Britas		Líquidos		
Materiais componenetes	Cim	Sílica	Ar Nat.	Ar Ind.	Areia	Brita 0	Brita 1	Ad 1	Ad 2	Água
Massa específica absoluta kg/dm ³	3,120	3,120	3,120	3,120	3,120	3,120	3,120	3,12	1,23	1,0
% individuais entre os materiais	100	0,0	40	40	20	40	60	1,00	0,50	8,55
Traço Unitário em Peso Seco (TUPS)	1	0	1,10	1,10	0,55	1,14	1,72	0,01	0,005	0,58
Concreto massa dos materiais - kg/m ³	362,3	0,0	417,0	417,0	208,5	418,6	628,0	3,62	1,81	209,8
Porcentagem de argamassa						56,7				
Densidade do concreto (kg/m ³)						2667				
Abatimento do concreto desejado (mm)						110				
Abatimento do concreto obtido (mm)						110				



CONTROLE DE QUALIDADE





CONTROLE DE QUALIDADE

ENSAIO DE CONSISTÊNCIA PELO ABATIMENTO DO TRONCO DE CONE (ABNT NBR NM 67)



CONCRETO PREPARADO E DOSADO EM OBRA:

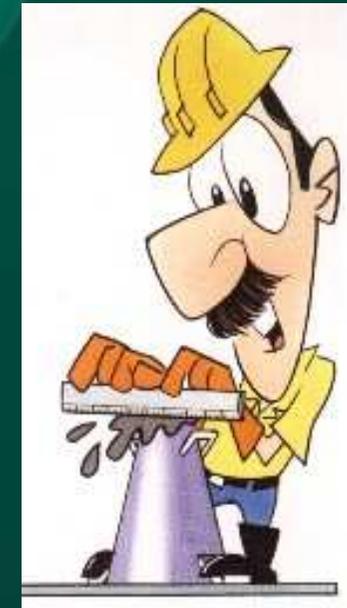
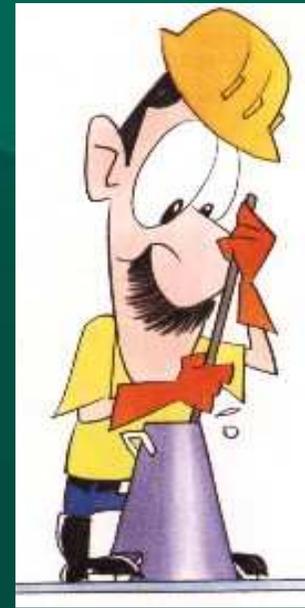
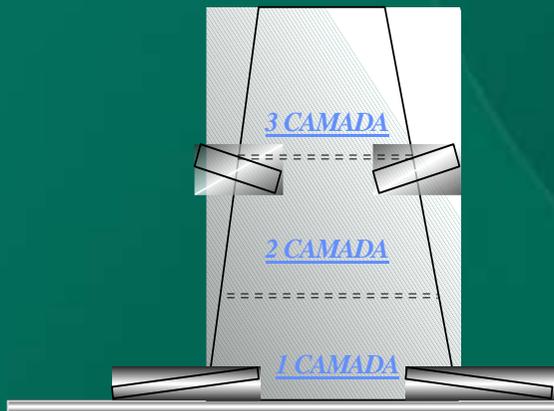
- Realizar ensaio sempre que ocorrer alteração na umidade dos agregados;
- Na primeira amassada do dia;
- Ao reiniciar a produção após interrupção da jornada de concretagem com intervalo de pelo menos duas horas;
- Na troca dos operadores;
- Cada vez que ocorrer moldagem de corpo-de-prova.

CONCRETO PREPARADO E DOSADO EM CENTRAL:

- Realizar ensaio de consistência de cada betonada;
- Cada vez que ocorrer moldagem de corpo-de-prova.

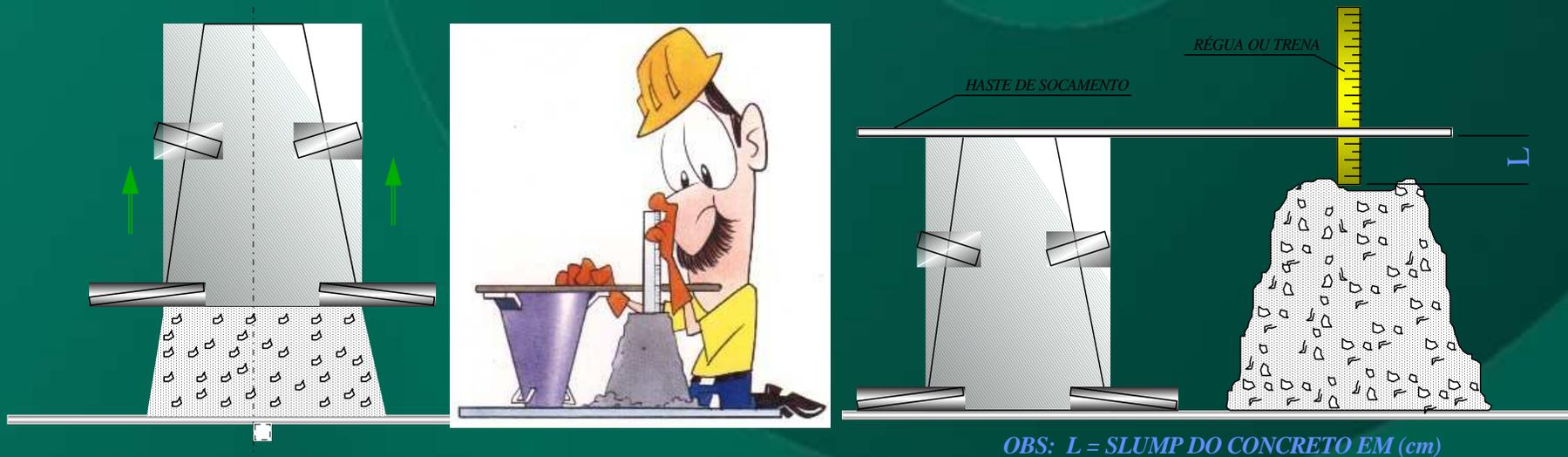
Ensaio de abatimento (NBR NM 67)

- 3 camadas de 25 golpes.



ENSAIO DE ABATIMENTO (NBR NM 67)

- Puxar para cima no espaço de tempo entre 5 a 10 seg.
- Medir do topo médio até a parte de baixo da haste





CONTROLE DE QUALIDADE

ENSAIO DE CONSISTÊNCIA

COESÃO E TRABALHABILIDADE



Semi plástico



Plástico



Fluído



Fluído - CAA



CONTROLE DE QUALIDADE

ENSAIO DE CONSISTÊNCIA

COESÃO E TRABALHABILIDADE





CONTROLE DE QUALIDADE

ENSAIO DE CONSISTÊNCIA PELO ABATIMENTO DO TRONCO DE CONE, (ABNT NBR NM 67)

Abatimento	Tolerâncias (mm)
De 10 a 90	± 10
De 100 a 150	± 20
Acima de 150	± 30



CONTROLE DE QUALIDADE

MOLDAGEM DE CORPOS DE PROVA (NBR 5738)

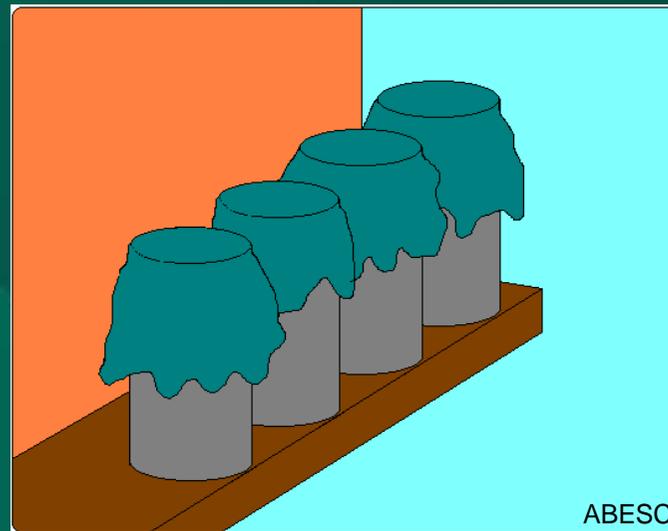
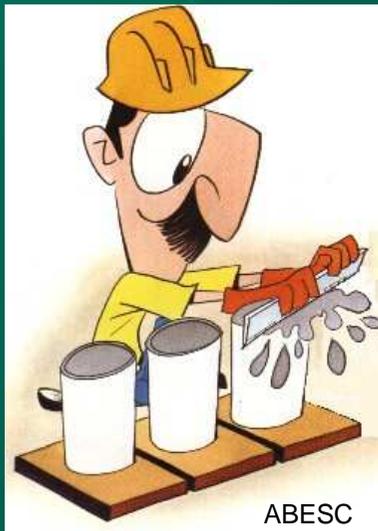


- Amostra homogênea;
- Coletar entre 15% a 85% da descarga;
- Coletar em um carrinho;
- Moldar até 15 minutos após a coleta;
- Profissional de laboratório ou funcionário treinado.



CONTROLE DE QUALIDADE MOLDAGEM DE CORPOS-DE-PROVA

- Colocar etiqueta no fundo da fôrma
- 3 camadas de 25 golpes (15 x 30 cm)
- 2 camadas de 12 golpes (10 x 20 cm)
- Bater para retirar bolhas
- Rasar e cobrir
- Após final de pega, colocar na câmara úmida





CONTROLE DE QUALIDADE

CONTROLE DE RESISTÊNCIA PARA CONCRETO DOSADO EM CENTRAL (ABNT NBR 7112/1984)

AMOSTRAGEM PARA AVALIAÇÃO DO DESVIO PADRÃO DA CENTRAL

- Retirar exemplares de no mínimo dois corpos-de-prova para cada idade de ruptura;
- Pelo menos um exemplar a cada 50 m³ de concreto entregue.

Nota: Algumas empresas de serviços de concretagem, em seus controles internos medem o desvio padrão de cada betoneira em uso, neste caso, deve ser moldados no mínimo um exemplar de cada betonada entregue.



CONTROLE DE QUALIDADE CONTROLE DE RESISTÊNCIA REALIZADO PELO EXECUTANTE DA OBRA (ABNT NBR 12655:2006)

FORMAÇÃO DE LOTES DE CONCRETO

O primeiro passo para se obter a amostragem de concreto para o ensaio de resistência à compressão é dividir a estrutura em lotes. De cada lote deve ser retirada uma amostra com número de exemplares definidos de acordo com o tipo de controle.

Controle estatístico do concreto por amostragem parcial:

- a) Para concreto Classe I, resistência até 50 MPa retirar no mínimo seis exemplares de betonadas aleatórias;
- b) Para concreto Classe II, resistência superior a 50 MPa retirar no mín. 12 exemplares de betonadas aleatórias.

Controle do concreto por amostragem total 100%:

- a) Moldar corpo-de-prova, exemplares de cada amassada;



CONTROLE DE QUALIDADE

CONTROLE DE RESISTÊNCIA REALIZADO PELO EXECUTANTE DA OBRA (ABNT NBR 12655:2006)

Limites superiores	Solicitação principal dos elementos da estrutura	
	Compressão ou compressão e flexão	Flexão simples
Volume de concreto	50 m ³	100 m ³
Número de andares	1	1

Este período deve estar compreendido no prazo máximo de 7 dias, que inclui eventuais interrupções para tratamentos de juntas



DOSAGEM

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DA ROCHA

Extratora de
Corpo-de-Prova



Prensa de
rompimento de
Corpo-de-Prova



Módulo
de
elasticidade

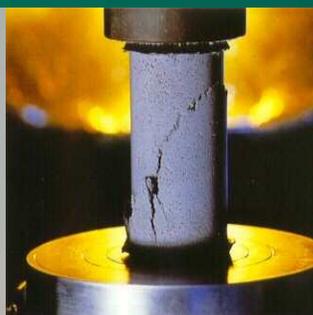




CONTROLE DE QUALIDADE

RUPTURA DE CORPO-DE-PROVA

CILÍNDRICO



RUPTURA

DO

PRISMÁTICO





CIMENTO ITAMBÉ PARA VÁRIAS GERAÇÕES



OBRIGADO