

ABCP^{on} LINE

PALESTRA GRATUITA

DOSAGEM DO CONCRETO PELO MÉTODO ABCP

Apresentação disponível
para download



Palestrante

Engº Rubens Curti

Supervisor dos Laboratórios em Tecnologia de Concretos e Agregados da ABCP. Ministra cursos de formação, atualização e gerenciamento na área de tecnologia de materiais. Atua na ABNT na elaboração e revisão de normas como coordenador das comissões de estudo de revisões e implantações de normas referentes aos ensaios de concreto.

22.07

(4ª feira)

às 15 h

Inscreva-se!

<https://attendee.gotowebinar.com/register/4247684306260757519>

Palestra

DOSAGEM DO CONCRETO PELO MÉTODO ABCP



Engº Rubens Curti

Supervisor dos Laboratórios em Tecnologia de Concretos e Agregados da ABCP. Ministra cursos de formação, atualização e gerenciamento na área de tecnologia de materiais. Atua na ABNT na elaboração e revisão de normas como coordenador das comissões de estudo de revisões e implantações de normas referentes aos ensaios de concreto.

CONCRETO

Concreto armado é um material da construção civil que se tornou um dos mais importantes elementos da arquitetura do século XX.

É usado nas estruturas dos edifícios e diferencia-se do concreto massa devido ao fato de receber uma armadura metálica responsável por resistir aos esforços de tração, enquanto que o concreto em si resiste aos esforços de compressão.



Realização



Apoio



CONCRETO

A estrutura de concreto deve ser projetada e construída de modo que quando utilizada, conforme preconiza o projeto, conserve sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente a sua vida útil.

A vida útil das estruturas é fundamentada em função da resistência e da durabilidade do concreto, que depende da proporção entre os materiais que o constituem. A mistura entre os materiais constituintes é chamada de “dosagem” ou “traço”.



Realização



Apoio



DOSAGEM DO CONCRETO

Definição

- Entende-se por estudo de dosagem dos concretos de cimento Portland os procedimentos necessários à obtenção da melhor proporção entre os materiais constitutivos do concreto, também conhecido por traço. Essa proporção ideal pode ser expressa em massa ou em volume, sendo preferível e *sempre mais rigorosa a proporção expressa em massa seca de materiais*. Hoje, deve-se considerar como materiais passíveis de uso nos concretos e possíveis de serem utilizados num estudo de dosagem: *os vários cimentos, os agregados miúdos, os agregados graúdos, a água, o teor de ar incorporado e aprisionado, os aditivos, as adições, os pigmentos e as fibras*. Com relação aos agregados, pode ser feita distinção entre agregados reciclados, artificiais ou industrializados e naturais.

Realização



Apoio



DOSAGEM

Definição

DOSAGEM é o proporcionamento adequado

e mais econômico de materiais:

cimento, água, agregados, adições e aditivos

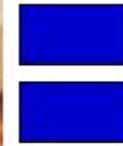
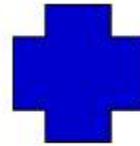
Realização



Apoio



DOSAGEM



Ingredientes

Preparo

Realização



Apoio



DOSAGEM

Requisitos

- **Trabalhabilidade**
- **Resistência físico-mecânica**
- **Permeabilidade/Porosidade - Durabilidade**
- **Condição de exposição**
- **Custo**

Realização



Apoio



DOSAGEM

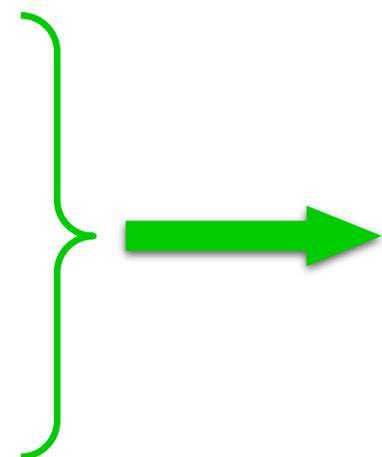
As dosagem são estudadas para suprirem os seguintes esforços mecânicos.

- **Compressão simples**
- **Módulo de deformação**



Na maioria dos projetos

- **Tração por compressão diametral**
- **Tração na flexão**
- **Desgaste por abrasão**



Projetos especiais

Realização



Apoio



DOSAGEM

DE QUE FORMA OS MATERIAIS

INFLUENCIAM NO CONCRETO?

Realização



Associação
Brasileira de
Cimento Portland



SNIC
SINDICATO NACIONAL DA
INDÚSTRIA DO CIMENTO

Apoio



CONCRETESHOW
A FEIRA DO CIMENTO E CONCRETO PARA A CONSTRUÇÃO

INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS

Cimento

- **Maior consumo de cimento acarreta:**
 - **MAIOR plasticidade**
 - **MAIOR coesão**
 - **MENOR segregação**
 - **MENOR exsudação**
 - **MAIOR calor de hidratação**
 - **MAIOR variação volumétrica**

Realização



Apoio



INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS

Agregado Miúdo

- **Aumento do teor de agregado miúdo acarreta:**
 - Aumento do consumo de água
 - Aumento do consumo de cimento
 - Maior plasticidade

Realização



Apoio



INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS

Agregado Graúdo

- **Mais arredondado e liso maior plasticidade.**
- **Lamelar maior consumo de cimento, areia e água e menor resistência.**
- **Os agregados mais comuns são cúbicos e rugosos.**
 - **O cimento deve atender os requisitos da ABNT NBR 16697;**
 - **Os agregados devem atender aos requisitos da ABNT NBR 7211;**
 - **A água deve atender aos requisitos da ABNT NBR 15900.**

Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

- Foi adaptado do método da ACI (American Concrete Institute), para os agregados brasileiros.
- Este método se aplica para concreto de consistência plástica a fluida.

CLASSE	Abatimento (A) (mm)
S 10	$10 \leq A < 50$
S 50	$50 \leq A < 100$
S 100	$100 \leq A < 160$
S 160	$160 \leq A < 220$
S 220	$A \geq 220$

- Não se aplica para concretos auto adensáveis e nem para concreto de consistência seca CCR.3

Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Teoricamente todos os métodos de dosagem fornecem uma primeira aproximação dos quantitativos de materiais (cimento, água, agregados miúdos e graúdos e aditivos, etc.) devendo ser realizada uma mistura experimental em laboratório, após a obtenção do traço teórico, para se fazer os ajustes, caso necessário, e finalmente ser utilizado em obras.

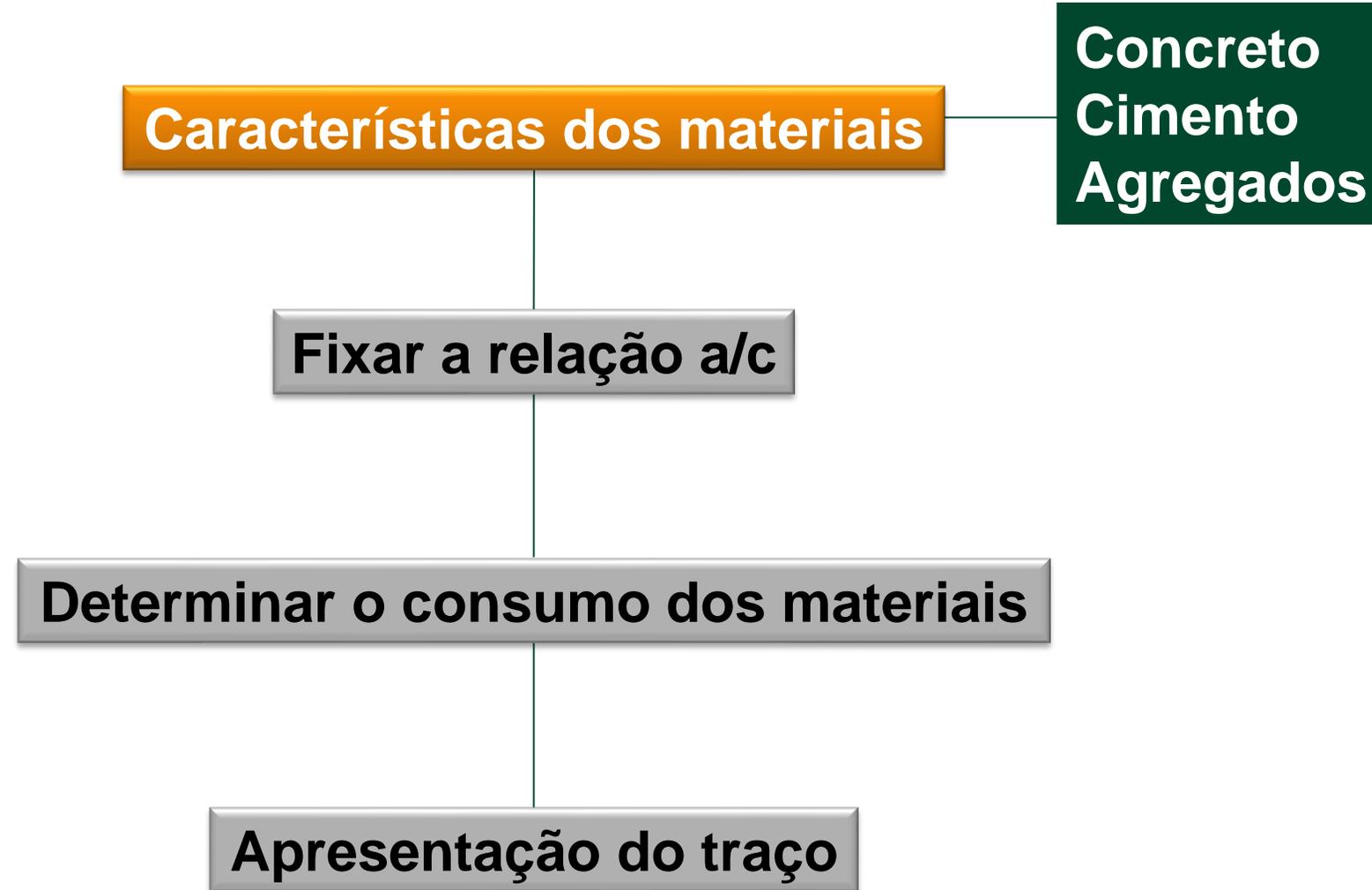
Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP



Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Características dos Materiais

- **Cimento**
 - Tipo
 - Massa específica
 - Resistência do cimento aos 28 dias

Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Características dos Materiais

- **Agregados**
 - **Análise granulométrica de todos os agregados**
 - Módulo de finura do **agregado miúdo**
 - Dimensão máxima do **agregado graúdo**
 - **Massa específica de todos os agregados**
 - **Massa unitária compactada do **agregado graúdo****

Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Características dos Materiais

- **Concreto**

- Consistência desejada no estado fresco;
- Condições de exposição, durabilidade;
- Para garantir que o f_{ck} projetado vai ser alcançado, o cálculo da dosagem é baseado na seguinte formula:

$$f_{cj=28 \text{ dias}} = f_{ck} + 1,65 \times sd$$

Onde

sd = desvio padrão que é definido teoricamente em função de como será preparado o concreto.

MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Condição de Preparo

Condição A
 $S_d = 4,0 \text{ MPa}$ O cimento e os agregados são medidos em *massa*, a água de amassamento é medida em massa ou volume com dispositivo dosador e corrigida em função da umidade dos agregados (concreto normalmente preparado pela empresas de serviços de concretagens).

Condição B
 $S_d = 5,5 \text{ MPa}$ O cimento é medido em *massa*, a água de amassamento é medida em volume mediante dispositivo dosador e os agregados em volume. A umidade do agregado miúdo é determinada pelo menos três vezes ao dia. O volume do agregado miúdo é corrigido através da curva de inchamento estabelecida especificamente para o material utilizado.

Condição C
 $S_d = 7,0 \text{ MPa}$ O cimento é medido em *massa*, os agregados são medidos em volume, a água de amassamento é medida em volume e a sua quantidade é corrigida em função da estimativa da umidade dos agregados e da determinação da consistência do concreto.

MÉTODO DE DOSAGEM ABCP



Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Fixação a/c

Critérios

- Durabilidade - NBR 6118, NBR 12655

Concreto	Tipo	Classe de agressividade (tabela 1)			
		I	II	III	IV
Relação água/aglomerante em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40
Consumo mínimo de cimento (kg/m ³)	CA e CP	≥ 260	≥ 280	≥ 320	≥ 360

- Resistência mecânica
 - Escolha do a/c é função da curva de evolução da resistência do cimento

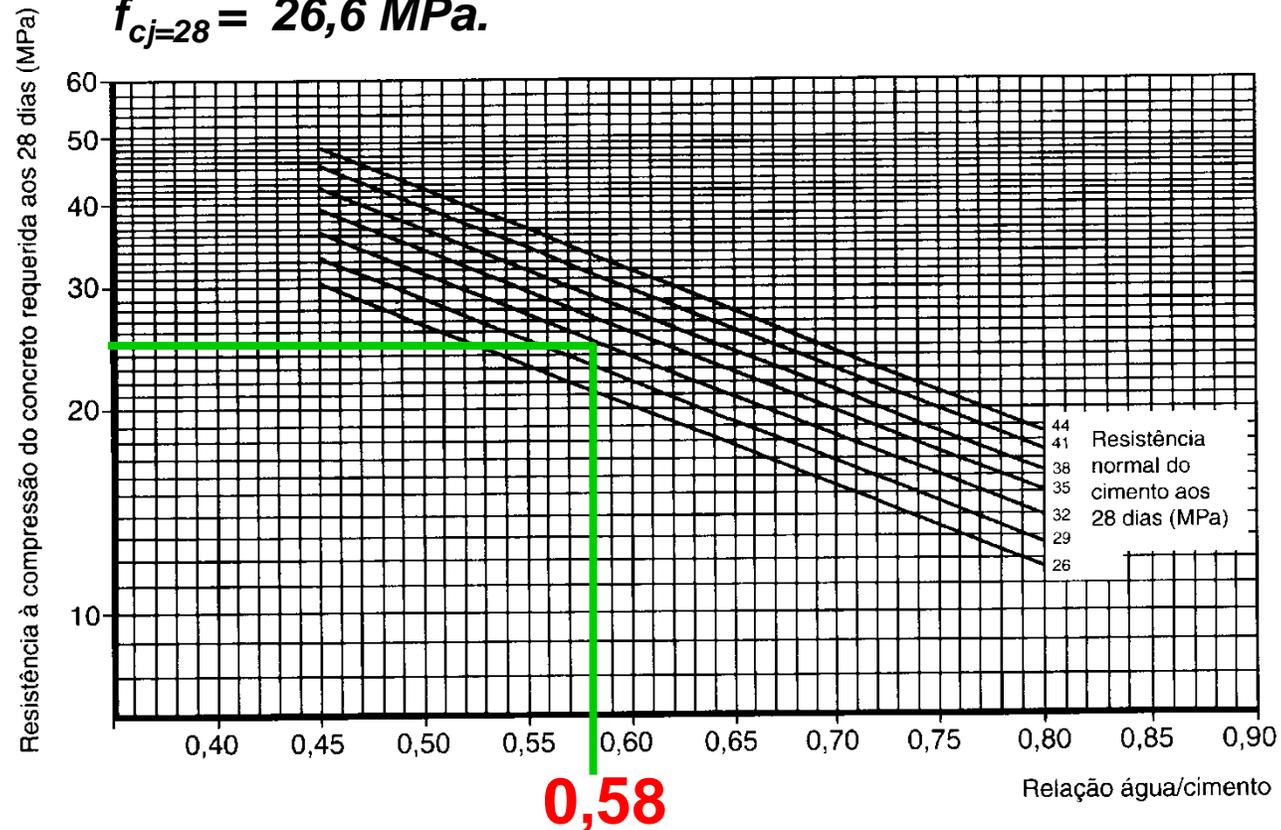
MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Curva de evolução da resistência do cimento

EX:

Cimento CP 32; $f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}$; $sd = 4,0 \text{ MPa}$

$f_{cj=28} = 26,6 \text{ MPa}$.



Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Determinação do $f_{cj = 28}$

- Resistência do cimento é conhecida
- Resistência média do cimento é conhecida
- Resistência desconhecida, utilizar a resistência mínima de norma

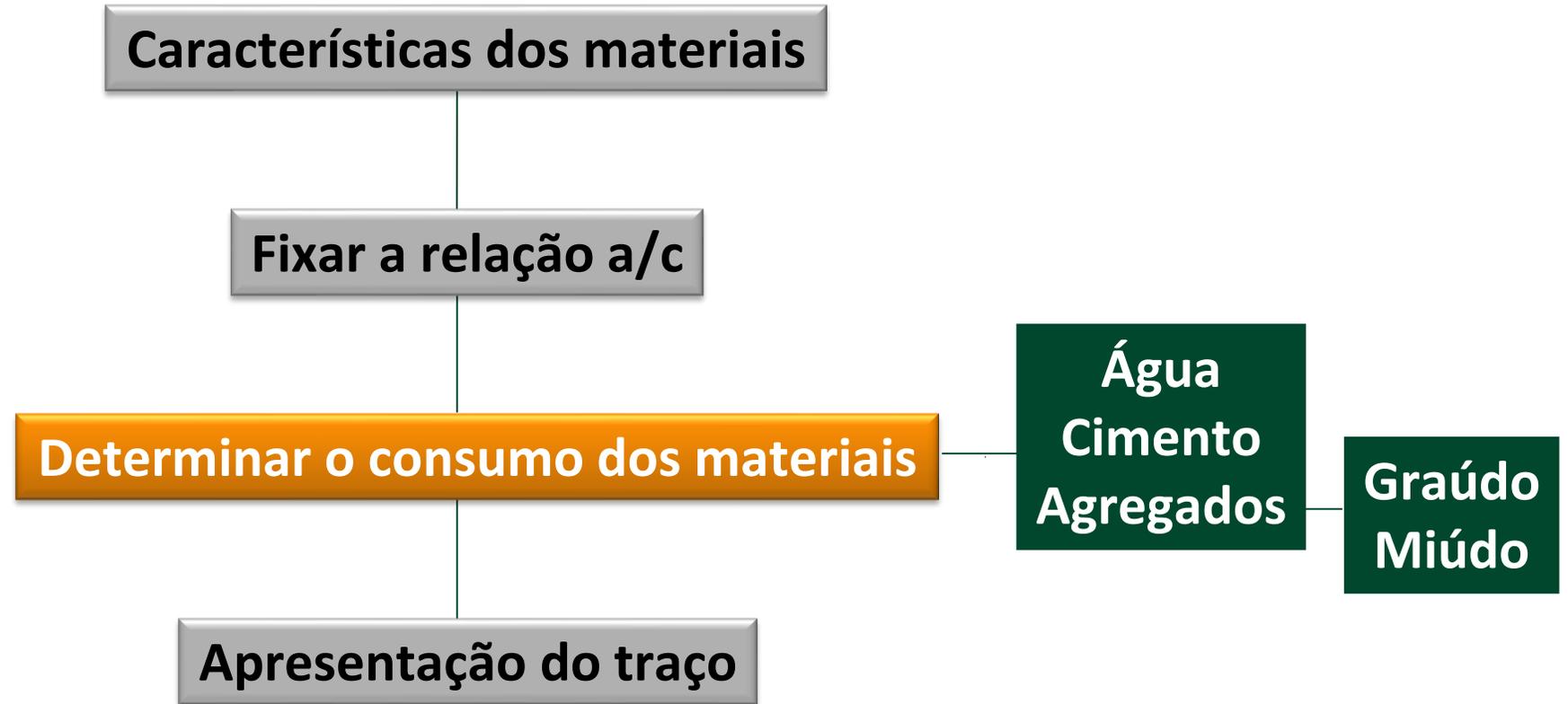
Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP



Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Determinação aproximada do consumo de água (C_a)

Consumo de água aproximada (l/m ³)					
Abatimento (mm)	$D_{máx}$ agregado graúdo (mm)				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
40 a 60	220	195	190	185	180
60 a 80	225	200	195	190	185
80 a 100	230	205	200	195	190

Obs.: Quando for utilizado aditivo redutor de água (plastificantes), fazer a correção da água em função das características técnicas do aditivo, fato este que deve ser informado pelo fabricante.

MÉTODO DE DOSAGEM

Determinação do consumo de cimento (C_c)

$$C_c = \frac{C_a}{a/c}$$

- C_a = consumo de água
- a/c = relação água/cimento

O consumo de cimento depende diretamente do consumo de água

Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Determinação do consumo de Agregado Graúdo

- Teor ótimo de agregado graúdo é definido através de:
 - Dimensão máxima do agregado graúdo
 - Módulo de finura do(s) agregado(s) miúdo(s)

Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Determinação porcentagem de Agregado Graúdo (C_b)

MF	Dimensão máxima (mm)				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
	(% de agregado graúdo (Vb))				
1,8	0,645	0,770	0,795	0,820	0,845
2,0	0,625	0,750	0,775	0,800	0,825
2,2	0,605	0,730	0,755	0,780	0,805
2,4	0,585	0,710	0,735	0,760	0,785
2,6	0,565	0,690	0,715	0,740	0,765
2,8	0,545	0,670	0,695	0,720	0,745
3,0	0,525	0,650	0,675	0,700	0,725
3,2	0,505	0,630	0,655	0,680	0,705
3,4	0,485	0,610	0,635	0,660	0,685
3,6	0,465	0,590	0,615	0,640	0,665

Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Determinação do consumo de Agregado Graúdo (C_b)

$$C_b = V_b \times M_u$$

- V_b = Porcentagem do agregado graúdo (brita) seco por m³ de concreto
- M_u = Massa unitária compactada do agregado graúdo (brita)

Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Composição com dois agregados graúdos

- Critério do menor volume de vazios
- Proporcionar as britas de maneira a obter a maior massa unitária compactada

Britas	Proporção
B0, B1	30% B0 e 70% B1
B1, B2	50% B1 e 50% B2
B2, B3	50% B2 e 50% B3
B3, B4	50% B3 e 50% B4

Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Determinação do consumo de Agregado Miúdo

- **Teor ótimo de agregado miúdo é definido através de:**
 - **Teor de pasta (relação água/cimento)**
 - **Consumo de agregado graúdo**

Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Consumo de Agregado Miúdo (C_m)

$$V_m = 1 - \left(\frac{C_c}{\gamma_c} + \frac{C_b}{\gamma_b} + \frac{C_a}{\gamma_a} \right)$$

$$C_m = \gamma_m \times V_m$$

Onde:

V_m volume de areia

C_c consumo de cimento

- γ_c massa específica do cimento

C_b consumo de brita

- γ_b massa específica da brita

C_a consumo de água

- γ_a massa específica da água

C_m consumo de areia

- γ_m massa específica da areia

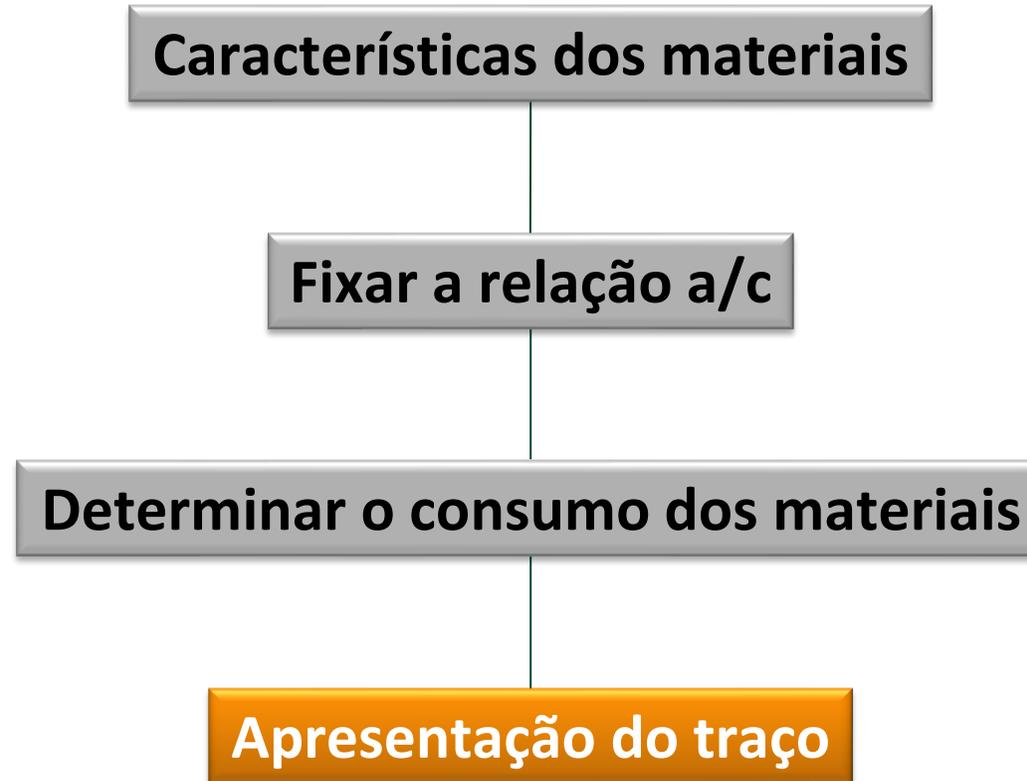
Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP



Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Apresentação do traço

Cimento : areia : brita : a/c

$$\frac{C_c}{C_c} : \frac{C_m}{C_c} : \frac{C_b}{C_c} : \frac{C_a}{C_c}$$

Consumo de cimento

Realização



Apoio



MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Cuidados e correções

- *A colocação da água deve ser gradativa, até a obtenção da consistência desejada*

$$C_{ar} = C_{ai} (a_r/a_i)^{0,1} (l/m^3)$$

C_{ar} = consumo de água requerida

C_{ai} = consumo de água inicial

a_r = abatimento requerido

a_i = batimento inicial

MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

Cuidados e correções

- **Falta de argamassa: acrescentar areia, mantendo constante a relação a/c**
- **Excesso de argamassa: acrescentar brita, mantendo constante a relação a/c**
- **Agregados com alta absorção de água: acrescentar no consumo de água**

Realização



Apoio





Exemplo de
aplicação do método



CARACTERÍSTICAS DA DOSAGEM DE CONCRETO

Concreto: $f_{ck} = 25,0 \text{ Mpa}$ - Abat. = $90 \pm 30 \text{ mm}$ - $sd = 5,5 \text{ MPa}$

Matérias primas

Cimento

CP 32

$$\gamma_{cim} = 3100 \text{ kg/m}^3$$

Brita

Dimensão máxima = 25 mm

$$\gamma_{b1} = 2700 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_{b2} = 2700 \text{ kg/m}^3$$

$$\delta_{unitária \ b1} = 1430 \text{ kg/m}^3 \text{ (solta)}$$

$$\delta_{unitária \ b2} = 1400 \text{ kg/m}^3 \text{ (solta)}$$

$$\delta_{unitária \ b1+b2} = 1500 \text{ kg/m}^3 \text{ (compactadas)}$$

80% de Brita 1 e 20% de Brita 2

Areia

$$\gamma_{areia} = 2650 \text{ kg/m}^3$$

$$MF = 2,60$$

$$\delta_{unitária} = 1470 \text{ kg/m}^3 \text{ (solta)}$$

Inchamento = 30%

Umidade 6%

Água

$$\gamma_{água} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Solução

Etapa 1: Determinar relação a/c

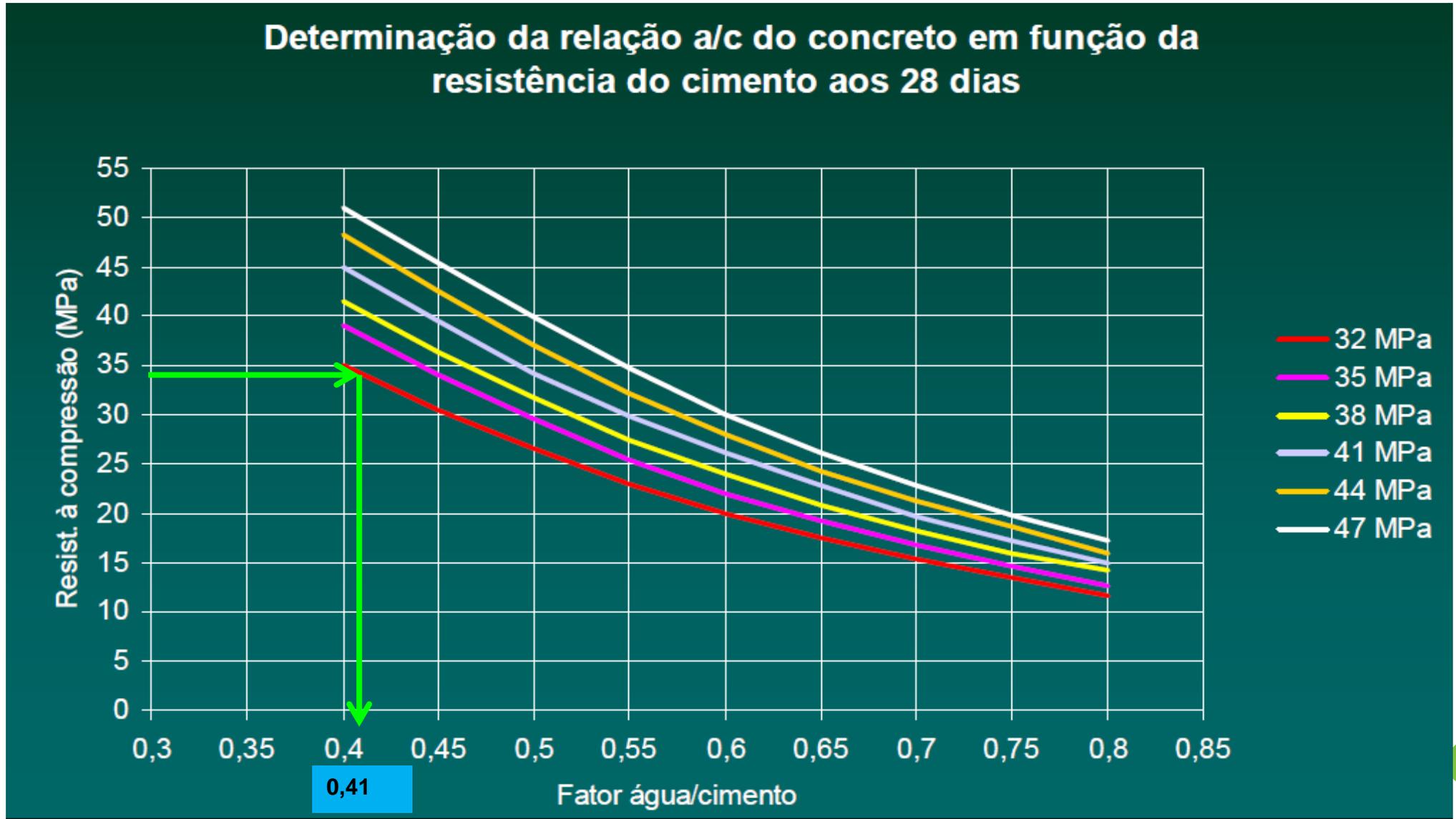
- $f_{c28} = 25,0 + 1,65 \times 5,5 \Rightarrow f_{c28} = 34,0 \text{ MPa}$

- Res. do cimento = 32,0 Mpa

- Res. do concreto = 34,0 MPa

$a/c = 0,475$

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

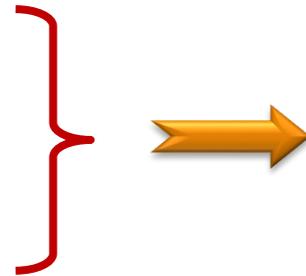


EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Etapa 2: Determinar consumo de água e cimento

Consumo de água

- **Abatimento = 90 mm**
- **$D_{máx} = 25$ mm**



Cons.água = 200 l

Consumo de cimento

• **$200/0,475 = 421$**



Cons.cim = 421 kg/m³

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Etapa 3: Determinar consumo de agregado graúdo

- MF = 2,60
- D_{max} = 25 mm

} → V_{brita} = 0,715 %

- C_b = 0,715 x 1500 = 1072 kg/m³

- C_{b1} = 1072 x 0,80 → C_{b1} = 858 kg/m³

- C_{b2} = 1072 x 0,20 → C_{b2} = 214 kg/m³

Realização



Apoio



EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Etapa 4: Determinar consumo de agregado miúdo

- $V_{\text{areia}} = 1 - (\text{cim}/\gamma_{\text{cim}} + \text{brita}/\gamma_{\text{brita}} + \text{água}/\gamma_{\text{água}})$
- $V_{\text{areia}} = 1 - (421/3100 + 1072/2700 + 200/1000)$
- $V_{\text{areia}} = 1 - (0,732)$

- $C_{\text{areia}} = V_{\text{areia}} \times \gamma_{\text{areia}} \quad \longrightarrow \quad V_{\text{areia}} = 0,268 \text{ m}^3$

- $C_{\text{areia}} = 0,268 \times 2650 \quad \longrightarrow \quad C_{\text{areia}} = 710 \text{ kg/m}^3$

Realização



Apoio



EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Etapa 3: Apresentação do traço

cim : **areia** : **brita 1** : **brita 2** : **água/cim**

$$1 : \frac{710}{421} : \frac{858}{421} : \frac{214}{421} : \frac{200}{421}$$

$$1,0 : 1,686 : 2,038 : 0,508 : 0,475$$

$$C_{\text{cim}} = 421 \text{ kg/m}^3$$

Realização

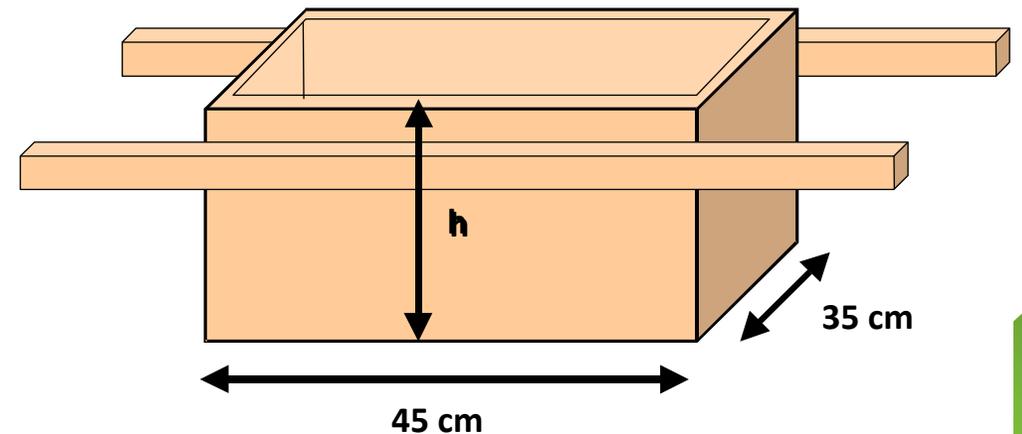


Apoio



DOSAGEM EM VOLUME

- Na dosagem pode ser feita em volume, o cimento é medido em sacos inteiros e a água em recipientes graduados. Desta forma obtemos boa precisão na medidas desses materiais.
- Para medir os agregados após a sua transformação em volumes correspondentes a um saco de cimento, o usual é providenciar padiolas.
 - O volume da caixa deve corresponder ao volume do agregado.
 - Considerando-se que as padiolas são transportadas por dois homens, não convém que a massa total ultrapasse 60 kg.
 - Medidas usuais são largura = 35 cm e comprimento = 45 cm.



RESULTADO FINAL

Materiais	1,0 m ³	Unit. (kg)	1 saco (kg)	Volume (ℓ)	Areia Um. 6% Inc. 30%	Padiolas (cm)
Cimento	421	1,0	50	50 kg	50 kg	1 saco
Areia	710	1,686	84	57^(A)	78^(D)	2 x (45 x 35 x 24)
Brita 1	858	2,038	102	71^(B)	71	2 x (45 x 35 x 23)
Brita 2	214	0,508	25	18^(C)	18	1 x (45 x 35 x 11)
Água	200	0,475	24	24	19^(E)	19ℓ

(A) = 84/1,47

(B) = 102/1,43

(C) = 25/1,4;

(D) = (84*1,06*1,30)/1,47

(E) = 24-(84*1,06-84)

LIÇÃO DE CASA

- Características da dosagem

CONCRETO

$$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$$

$$sd = 4,0 \text{ MPa}$$

$$\text{Abatimento} = 90 \pm 10 \text{ mm}$$

$$D_{max} = 38 \text{ mm}$$

CIMENTO

$$\gamma = 3050 \text{ kg/m}^3$$

$$f_{cj=28} = 39 \text{ MPa}$$

AREIA

$$\gamma = 2630 \text{ kg/m}^3$$

$$\delta = 1440 \text{ kg/m}^3 \text{ (solta)}$$

$$MF = 2,4$$

$$\text{Umidade} = 6\%;$$

$$\text{Inchamento} = 28\%$$

BRITA

$$\gamma = 2750 \text{ kg/m}^3 \text{ (brita 1 e brita 2)}$$

$$\delta = 1600 \text{ kg/m}^3 \text{ (b1 + b2 compactadas)}$$

$$\delta = 1470 \text{ kg/m}^3 \text{ (brita 1 – solta)}$$

$$\delta = 1520 \text{ kg/m}^3 \text{ (brita 2 – solta)}$$

$$\text{Composição} = 30\% \text{ de brita 2 e } 70\% \text{ de brita 1}$$

LIÇÃO DE CASA

Materiais	1,0 m³	Unit. (kg)	1 saco (kg)	Volume (ℓ)	Areia Um. 6% Inc. 30%	Padiolas (cm)
Cimento		1,0	50	50 kg	50 kg	1 saco
Areia						...x (45 x 35 x.....)
Brita 1						...x (45 x 35 x.....)
Brita 2						...x (45 x 35 x.....)
Água						ℓ

Realização



Apoio



OBRIGADO!

rubens.curti@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.abcpcimento.org.br | cursos@abcpcimento.org.br