

MÓDULO 2

PROPRIEDADES E DOSAGEM DO CONCRETO

Engº Rubens Curti



DOSAGEM

DEFINIÇÃO

DOSAGEM é o proporcionamento adequado e mais econômico de materiais:

cimento, água, agregados, adições e aditivos

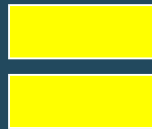
DOSAGEM



Ingredientes



Execução



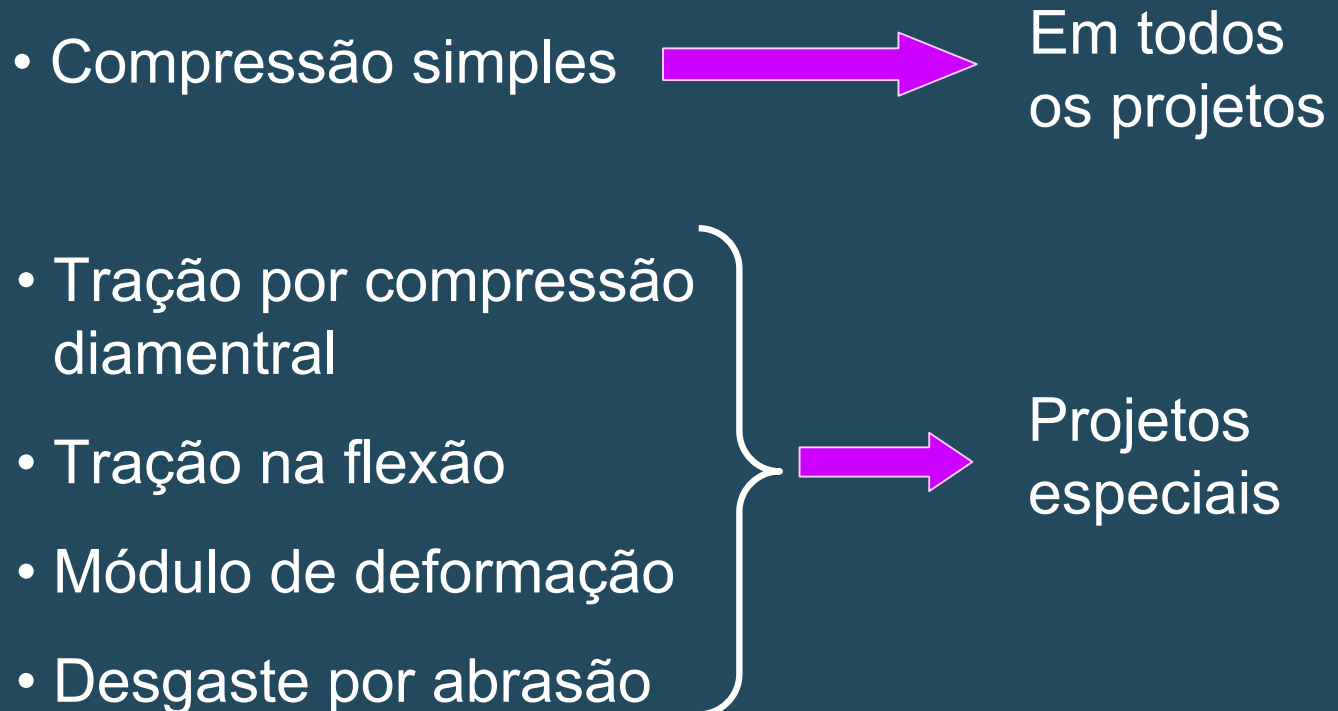
DOSAGEM

REQUISITOS PARA A DOSAGEM

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

DOSAGEM

RESISTÊNCIA ESPECIFICADA



DOSAGEM

**DE QUE FORMA OS
MATERIAIS
INFLUENCIAM NO
CONCRETO?**

INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS

CIMENTO

Maior consumo de cimento acarreta:

- **MAIOR** plasticidade
- **MAIOR** coesão
- **menor** segregação
- **menor** exsudação
- **MAIOR** calor de hidratação
- **MAIOR** variação volumétrica

INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS

AGREGADO MIÚDO

Aumento do teor de agregado miúdo acarreta:

- Aumento do consumo de água
 - Aumento do consumo de cimento
 - Maior plasticidade

INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS

AGREGADO GRAÚDO

- Mais arredondado e liso maior plasticidade e menor aderência
- Lamelar maior consumo de cimento, areia e água e menor resistência
- Melhores agregados são cúbicos e rugosos

MÉTODO DE DOSAGEM

MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

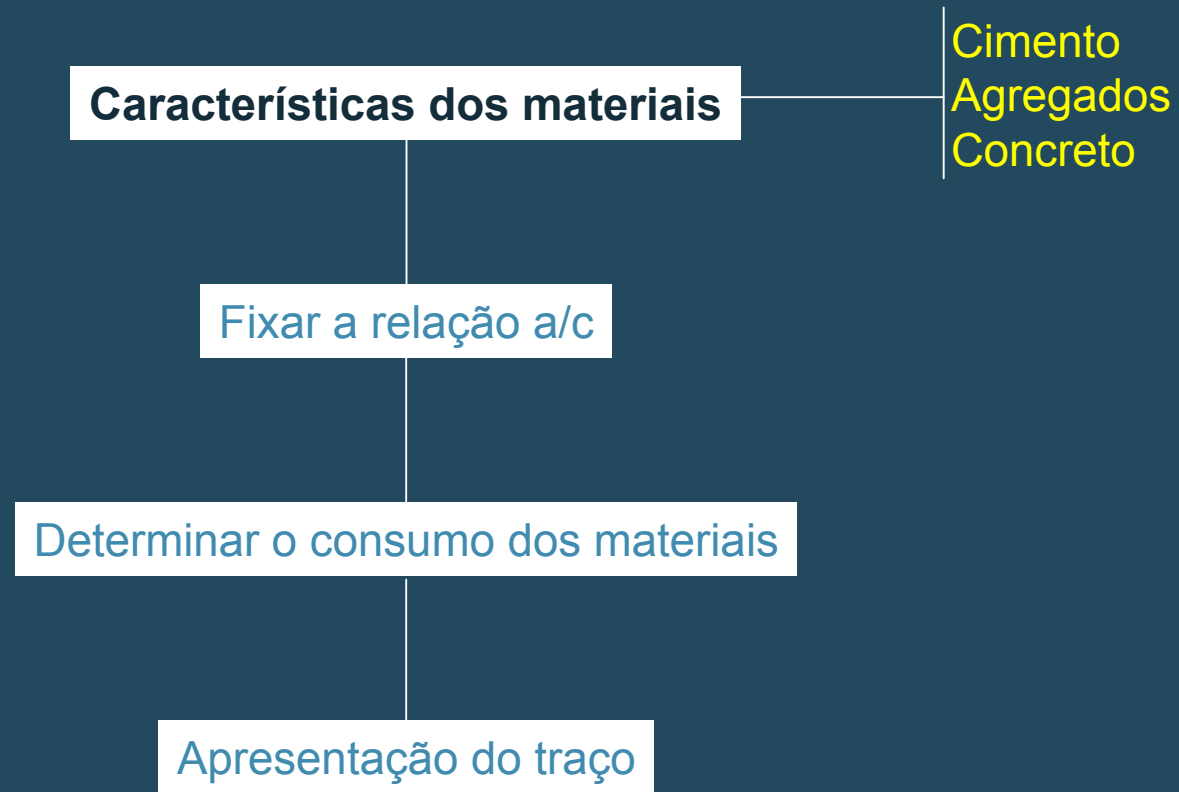
- **Adaptado do método da ACI (American Concrete Institute), para agregados brasileiros**
- **Para concretos de consistência plástica a fluida**

MÉTODO DE DOSAGEM

MÉTODO DE DOSAGEM ABCP

- Fornece uma primeira aproximação da quantidade dos materiais devendo-se realizar uma mistura experimental

MÉTODO DE DOSAGEM



MÉTODO DE DOSAGEM

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

Cimento:

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

MÉTODO DE DOSAGEM

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

Agregados

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

MÉTODO DE DOSAGEM

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

Concreto

- **Consistência desejea no estado fresco**
- **Condições de exposição**
- **Resistência de dosagem do concreto**

$$f_{c_{28}} = f_{ck} + 1,65 \times sd$$

» *sd = desvio padrão*

MÉTODO DE DOSAGEM

CONDIÇÃO DE PREPARO EM FUNÇÃO DO DESVIO PADRÃO (sd)

Condição A (sd = 4,0 MPa)

Materiais dosados em massa e a água de amassamento é corrigida em função da correção d umidade dos agregados.

✓ Classe C 10 a C 80

Condição B (sd = 5,5 MPa)

Cimento dosado em massa, agregados dosados em massa combinada com volume, a umidade do agregado miúdo é determinada e o volume do agregado miúdo é corrigido através da curva de inchamento.

✓ Classe C 10 a C 25

Condição C (sd = 7,0 MPa)

Cimento medido em massa, agregados e água em volume, umidade dos agregados estimada.

✓ Classe C 10 e C 15

NBR 12655

MÉTODO DE DOSAGEM



MÉTODO DE DOSAGEM

FIXAÇÃO a/c

Critérios

- Durabilidade - ACI ou NBR 12655
 - Relação a/c e tipo de cimento
- Resistência mecânica
 - Escolha do a/c é função da curva de Abrams do cimento

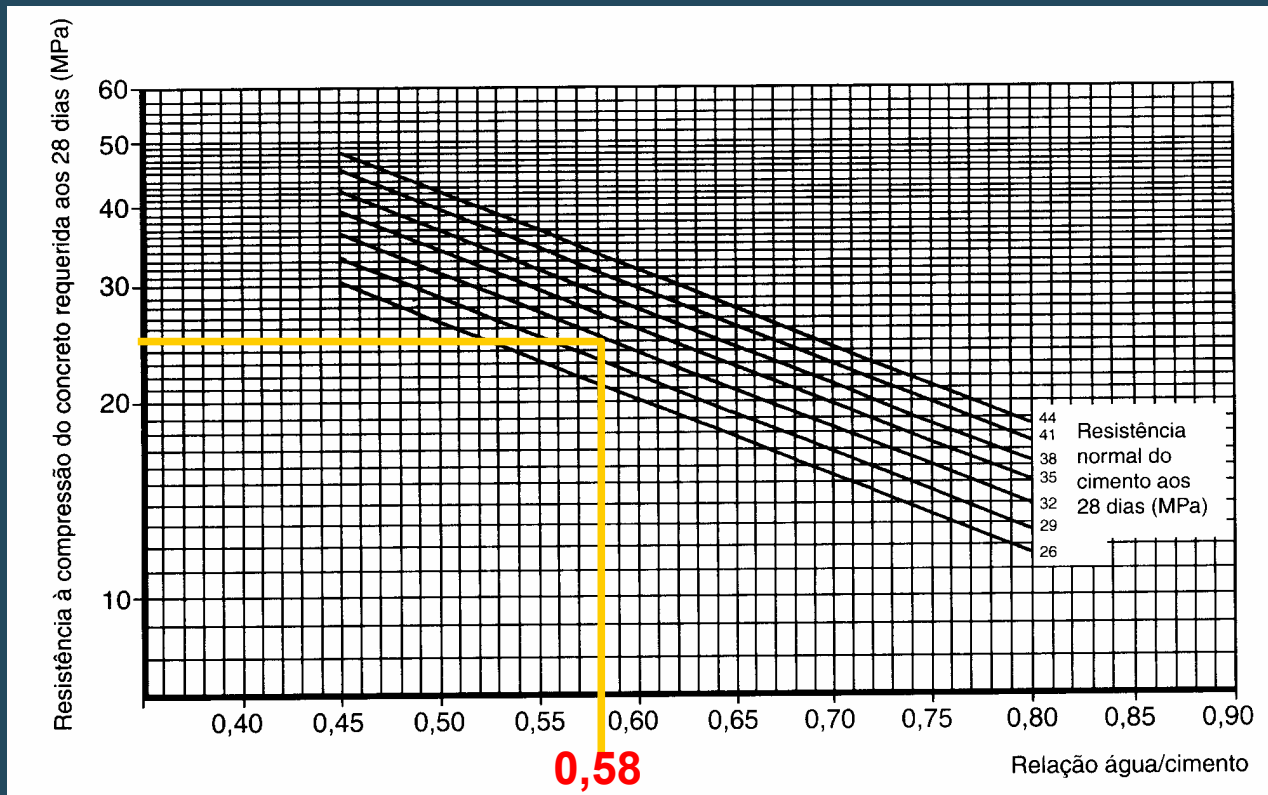
MÉTODO DE DOSAGEM

CURVA DE ABRAMS DO CIMENTO

EX:

Cimento CP 32

Concreto com resistência de 25 MPa aos 28 dias

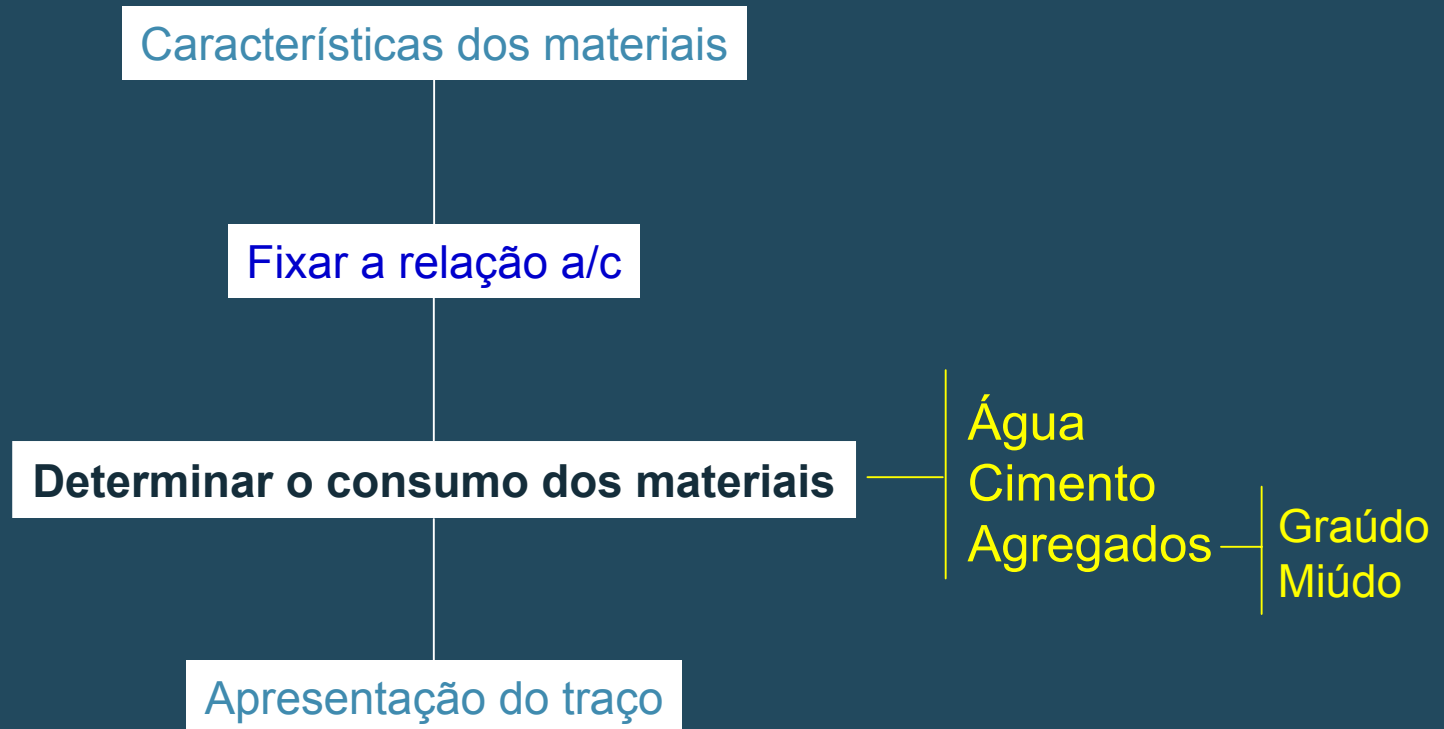


MÉTODO DE DOSAGEM

UTILIZAÇÃO DA CURVA DE ABRAMS

- Resistência do cimento é conhecida
- Resistência média do cimento é conhecida
- Resistência desconhecida
- Utilização da resistência mínima de norma

MÉTODO DE DOSAGEM



MÉTODO DE DOSAGEM

DETERMINAÇÃO APROXIMADA DO CONSUMO DE ÁGUA (C_a)

Consumo de água aproximado (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

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

MÉTODO DE DOSAGEM

DETERMINAÇÃO DO CONSUMO DE AGREGADOS

- **Teor ótimo de agregado graúdo**
 - Dimensão máxima do agregado graúdo
 - Módulo de finura da areia

- **Teor ótimo de areia**
 - Teor de pasta
 - Consumo de agregado graúdo

MÉTODO DE DOSAGEM

DETERMINAÇÃO DO CONSUMO DE AGREGADO GRAÚDO (C_b)

MF	Dimensão máxima (mm)				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
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

MÉTODO DE DOSAGEM

DETERMINAÇÃO DO CONSUMO DE AGREGADO GRAÚDO (C_b)

$$C_b = V_b \times M_u$$

- V_b = Volume do agregado graúdo (brita) seco por m^3 de concreto
- M_u = Massa unitária compactada do agregado graúdo (brita)

MÉTODO DE DOSAGEM

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

MÉTODO DE DOSAGEM

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

C_b consumo de brita

C_a consumo de água

C_m consumo de areia

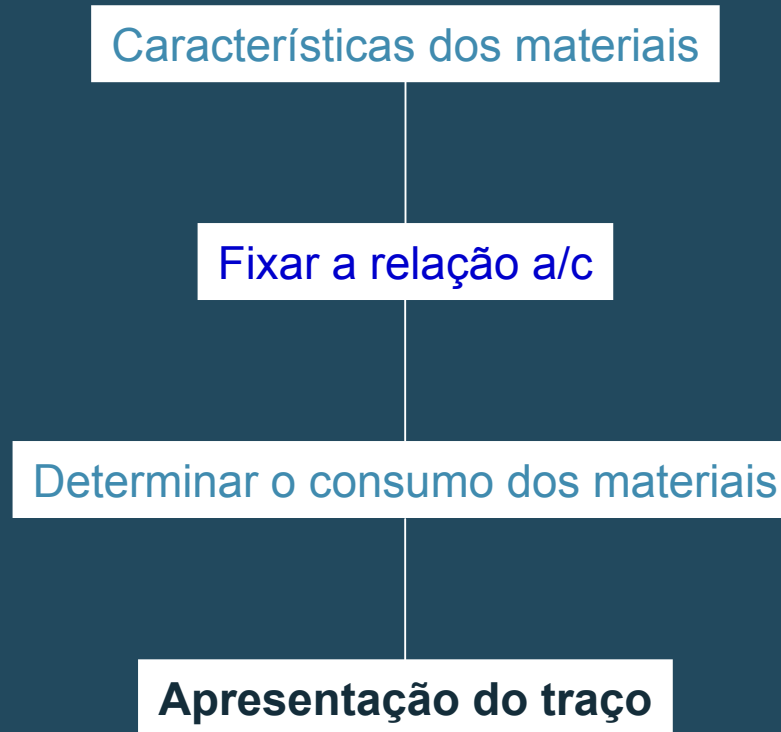
γ_c massa específica do cimento

γ_b massa específica da brita

γ_a massa específica da água

γ_m massa específica da areia

MÉTODO DE DOSAGEM



MÉTODO DE DOSAGEM

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

MÉTODO DE DOSAGEM

CUIDADOS E CORREÇÕES

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

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

C_{ar} = consumo de água requerida

C_{ai} = consumo de água inicial

a_r = abatimento requerido

a_i = abatimento inicial

MÉTODO DE DOSAGEM

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*

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

CARACTERÍSTICAS DA DOSAGEM DE CONCRETO

➤ Cimento CP II E-32

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

➤ Areia

MF = 2,60 Inch. 30% c/ 6% de umid.

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

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

➤ Brita

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

$$\delta = 1500 \text{ kg/m}^3 \text{ (compac.)}$$

$$\delta = 1430 \text{ kg/m}^3 \text{ (b}_1 \text{ solta)}$$

$$\delta = 1400 \text{ kg/m}^3 \text{ (b}_2 \text{ solta)}$$

$$D_{\max} = 25 \text{ mm}$$

➤ Concreto

- $f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$
- Abat. = $90 \pm 10 \text{ mm}$
- $sd = 5,5 \text{ MPa}$

➤ Proporção das britas

$$B1 = 80\%$$

$$B2 = 20\%$$

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

SOLUÇÃO

Etapa 1: Determinar relação a/c

$$\text{➤ } f_{c28} = 25,0 + 1,65 \times 5,5 \quad \longrightarrow \quad f_{c28} = 34,0 \text{ MPa}$$

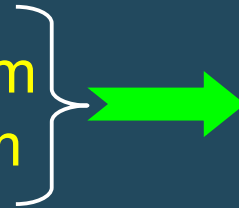
$$\left. \begin{array}{l} \text{– Res. do cimento} = 32,0 \text{ MPa} \\ \text{– Res. do concreto} = 34,0 \text{ MPa} \end{array} \right\} \longrightarrow a/c = 0,475$$

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Etapa 2: Determinar consumo dos materiais

Consumo de água

- abat. = 90 mm
- $D_{\text{máx}} = 25$ mm



$$\text{Cons.}_{\text{água}} = 200 \text{ l}$$

Consumo de cimento

$$200/0,475 = 421$$

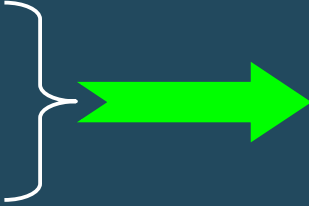


$$\text{Cons.}_{\text{cim}} = 421 \text{ kg/m}^3$$

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Consumo de agregado graúdo

– MF = 2,60
– $D_{\max} = 25 \text{ mm}$



$V_c = 0,715 \text{ m}^3$ (quadro 3)

– $C_b = 0,715 \times 1500 = 1072 \text{ kg/m}^3$

• $C_{b1} = 1072 \times 0,80$

• $C_{b2} = 1072 \times 0,20$

$C_{b1} = 858 \text{ kg/m}^3$

$C_{b2} = 214 \text{ kg/m}^3$

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Consumo de agregado miúdo

$$- V_{\text{areia}} = 1 - (\text{cim}/\gamma_{\text{cim}} + \text{brita}/\gamma_{\text{brita}} + \text{água}/\gamma_{\text{água}})$$

$$- V_{\text{areia}} = 1 - (421/3100 + 1072/2700 + 200/1000)$$

$$- V_{\text{areia}} = 1 - (0,732)$$

$$\longrightarrow V_{\text{areia}} = 0,268 \text{ m}^3$$

$$- C_{\text{areia}} = V_{\text{areia}} \times \gamma_{\text{areia}}$$

$$\longrightarrow C_{\text{areia}} = 710 \text{ kg/m}^3$$

$$- C_{\text{areia}} = 0,268 \times 2650$$

EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Etapa 3: Apresentação do traço

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

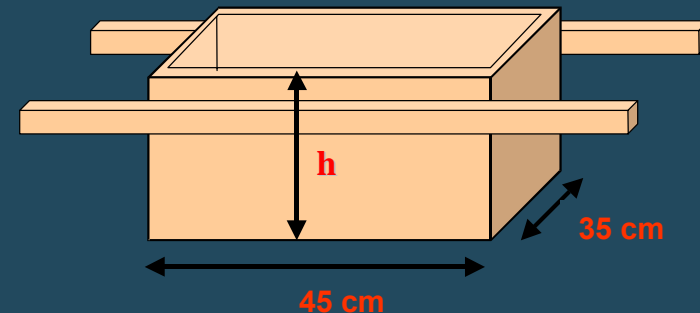
$$1 : \frac{710}{421} : \frac{858}{421} : \frac{214}{421} : \frac{200}{421}$$

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

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

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.



DOSAGEM EM VOLUME

Materiais	1,0 m³	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	74^(A)	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	19	19^(D)	19ℓ

$$(A) = 84/1,47*1,30$$

$$(B) = 102/1,43$$

$$(C) = 25/1,4$$

$$(D) = 24 - [(84*1,06)-84]$$

VIDA DE CONCRETEIRO

