



Dosagem dos Concretos de Cimento Portland

Paulo Helene



• Conceito

Conjunto de procedimentos adotados para a determinação da composição do concreto (traço), expressa pelas proporções relativas (massa ou volume) dos materiais constituintes.



Bibliografia de referência

- MEHTA, Kumar & MONTEIRO, Paulo. CONCRETO. Microestrutura, Propriedades e Materiais. São Paulo, IBRACON, 2008. 675p. Capítulo 9 → Dosagem do Concreto
- ABNT → NBR 12655:2006
- ISAIA, Geraldo (editor). CONCRETO: Ensino, Pesquisa e Realizações. São Paulo, IBRACON, 2005. v. 1, v.2, 1579p. Capítulo 15 → Dosagem do Concreto de Cimento Portland → Paulo Helene



Dosagem

• Traço: Em massa:

1 : a : p a/c ou 1 : m a/c

Precisa ser em relação
a massa de cimento !!!



Importância

- atender à normalização;
- atender às exigências do código de proteção ao consumidor;
- contribuir para a segurança estrutural e sustentabilidade;
- atender economia de recursos;
- ter conhecimento e domínio do processo



Dosagem do concreto

• Objetivo

Encontrar a mistura mais econômica para a obtenção de um concreto com características adequadas às condições de serviço, empregando os materiais disponíveis.



Dosagem do concreto

Materiais passíveis de serem usados

1. Cimentos
2. Agregados miúdos
3. Agregados graúdos
4. Aditivos
5. Adições
6. Pigmentos
7. Fibras
8. Água
9. Ar incorporado



Dosagem do concreto Histórico

- 1918: Duff A. Abrams

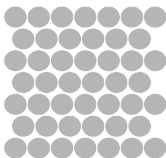
Abrams Law: "Dentro do campo dos concretos plásticos, a resistência aos esforços mecânicos, bem como as demais propriedades do concreto endurecido variam na relação inversa da relação água/cimento".

Módulo de finura como parâmetro de dosagem

Ensaio de abatimento do tronco de cone para medir consistência do concreto fresco



Dosagem do concreto Histórico



Dosagem do concreto Histórico

Lei de Abrams

$$f_{cj} = \frac{k_1}{k_2^{a/c}}$$

- f_{cj} = resistência à compressão a j dias de idade.
- k_1 e k_2 = constantes que dependem da natureza dos materiais, da idade e das condições de cura. (em geral 100 e 10)
- a/c = relação água/cimento em massa.



Dosagem de concretos Histórico

- 1896: René Ferét - resistência à compressão é função do volume de água e de vazios.

$$f_{cj} = k_1 \left(\frac{C_{abs}}{1-M} \right)^2$$

- f_{cj} = resist. à compressão das argamassas a j dias de idade.
- k_1 = cte que depende da natureza dos materiais, da idade e das condições de cura.
- C_{abs} = volume de cimento p/ unid. volume de concreto.
- M = volume absoluto do agregado miúdo p/ unid. volume de concreto.



Dosagem do concreto Histórico

Lei de Lyse

- 1931: Inge Lyse - para materiais de mesma natureza, formato, textura e dimensão máxima característica, a massa de água por unidade de volume de concreto é o principal determinante da consistência do concreto fresco.

$$m = k_3 + k_4 \cdot a/c$$

Dosagem do concreto Histórico

Lei de Lyse

Mesma consistência

direitos reservados 2010 13

Dosagem do concreto Fundamentos

Dosagem não experimental! Pode se basear em tabelas

TRAÇO	CONSUMO POR M ³ DE CONCRETO FRESCO						RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO			
	A/C litros/kg	CIMENTO kg	AREIA sacos	AREIA m ³	BRITAS N ^o 1- m ³	BRITAS N ^o 2- m ³	ÁGUA litros	3 dias Kgf/cm ²	7 dias kgf/cm ²	28 dias kgf/cm ²
1:1:2	0,44	514	10,3	0,363	0,363	0,363	226	228	300	400
1:1 ^{1/2} :3	0,49	387	7,7	0,409	0,409	0,409	189	188	254	350
1:2:2 ^{1/2}	0,55	374	7,5	0,528	0,330	0,330	206	148	208	298
1:2:3	0,61	344	6,9	0,486	0,364	0,364	210	117	172	254
1:2 ^{1/2} :3	0,65	319	6,4	0,562	0,337	0,337	207	100	150	228
1:2:4	0,68	297	5,94	0,420	0,420	0,420	202	90	137	210
1:2 ^{1/2} :3 ^{1/2}	0,71	293	5,86	0,517	0,362	0,362	208	80	123	195
1:2 ^{1/2} :4	0,73	276	5,5	0,487	0,390	0,390	201	74	114	185
1:2 ^{1/2} :5	0,79	246	4,9	0,435	0,435	0,435	195	58	94	137
1:3:5	0,88	329	4,6	0,486	0,405	0,405	202	40	70	124
1:3:6	0,95	268	4,2	0,441	0,441	0,441	198	30	54	100
1:4:8	1,20	161	3,2	0,456	0,456	0,456	194	NAO	NAO	NAO

direitos reservados 2010 16

Dosagem do concreto Histórico

■ 1948: Treval Powers

$$f_c = k \left(\frac{0,68 \cdot \alpha}{0,32 \cdot \alpha + a/c} \right)^n$$

- f_c = resistência à compressão (MPa).
- a/c = relação água/cimento em massa.
- α = grau de hidratação (entre 0 e 1).
- n = cte que depende dos materiais (da ordem de 3).
- k = cte que depende dos materiais (da ordem de 120).

direitos reservados 2010 14

Estudo no laboratório

Dosagem dos Concretos de Cimento Portland (Método IBRACON)

experimental com bases científicas

direitos reservados 2010 17

Dosagem do concreto Histórico

■ 1972: Prizskulnik & Kirilos

$$C = \left(\frac{1000}{k_1 + k_2 * m} \right)$$

- C = consumo de cimento por m³ de concreto (kg/m³)
- k_1 e k_2 = constantes que dependem dos materiais, adimensionais
- m = traço em massa, agregado miúdo+graúdo secos (kg/m³)

direitos reservados 2010 15

Dosagem do concreto Fundamentos

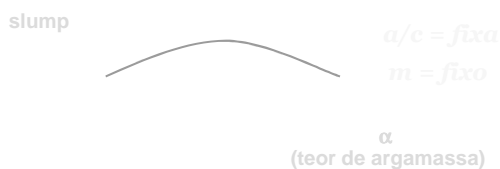
construção de diagramas de dosagem:

direitos reservados 2010 18



Dosagem do concreto Histórico

- 1951: Eládio Petrucci - desenvolve no Brasil um método de dosagem muito prático. Enfatiza composição que leva a máxima trabalhabilidade.



Dosagem do concreto Método IBRACON

passo a passo

NBR 6118:2003:

$d_{m\acute{a}x}$ do agregado graúdo utilizado no concreto não pode superar em 20% a espessura nominal do cobrimento, nem a distância entre barras.

$d_{m\acute{a}x} \leq 1,2$ (cobrimento e dist. entre barras)



Dosagem do concreto Método IBRACON

Método se baseia nos modelos de comportamento a seguir:

$$\alpha = \frac{1+a}{1+m}$$

$$H = \frac{a/c}{1+m}$$

$$C = \frac{\gamma}{1+a+p+a/c}$$



Dosagem do concreto Método IBRACON

passo a passo



Dosagem do concreto Método IBRACON

Agregados

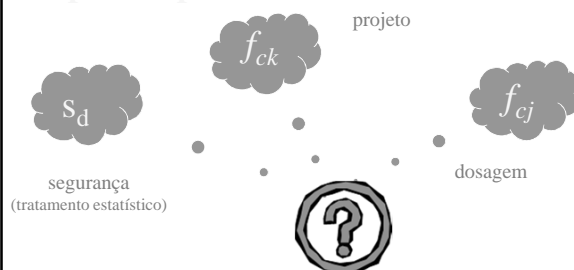
Este método não exige conhecimento prévio sobre o agregado.

Contudo, sob o ponto de vista da durabilidade:



Dosagem do concreto Método IBRACON

passo a passo



Dosagem do concreto
Método IBRACON

passo a passo

Projetista adota f_{ck} a ser superado por 95% ou mais do concreto produzido e lançado na estrutura.

f_{cj} = resistência média

porcentagem de valores menores que f_{ck}

direitos reservados 2010 25

Dosagem do concreto
Método IBRACON

direitos reservados 2010 28

Dosagem do concreto
Método IBRACON

direitos reservados 2010 26

Dosagem do concreto
Método IBRACON

direitos reservados 2010 29

Dosagem do concreto
Método IBRACON

Quando for conhecido o desvio padrão de obras anteriores (s_n):

N (nº de ensaios)	K_n
20	1,35
25	1,30
30	1,25
50	1,20
200	1,10

$s_d = k_n \cdot s_n$

direitos reservados 2010 27

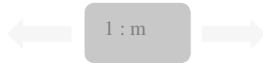
Dosagem do concreto
Método IBRACON

direitos reservados 2010 30



Dosagem do concreto Método IBRACON

passo a passo



direitos reservados 2010

31



Dosagem do concreto Método IBRACON

passo a passo

Moldar os corpos-de-prova para os ensaios em concreto endurecido, mesma família



direitos reservados 2010

34



Dosagem do concreto Método IBRACON

passo a passo

Com base na busca por:

Variar teor de argamassa de 0,02 em 0,02 até chegar no teor ótimo

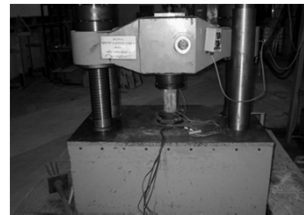
direitos reservados 2010

32



Dosagem do concreto Método IBRACON

passo a passo



direitos reservados 2010

35



Dosagem do concreto Método IBRACON

passo a passo

Moldar os corpos-de-prova para os ensaios em concreto endurecido



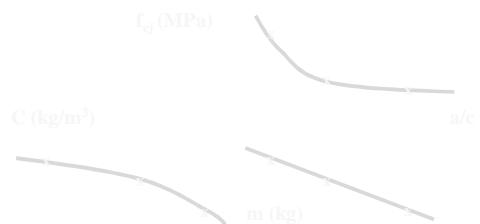
direitos reservados 2010

33



Dosagem do concreto Método IBRACON

passo a passo



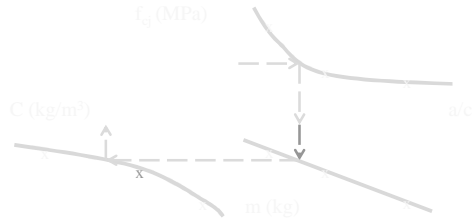
direitos reservados 2010

36



Dosagem do concreto Método IBRACON

passo a passo



direitos reservados 2010

37



Dosagem do concreto Método IBRACON

exemplo

$$y = a + bx$$

$$\sum_{i=1}^n y = na + b \sum_{i=1}^n x$$

$$yx = ax + bx^2$$

$$\sum_{i=1}^n yx = a \sum_{i=1}^n x + b \sum_{i=1}^n x^2$$

$$b = \frac{n(\sum yx) - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

direitos reservados 2010

40



Dosagem do concreto Método IBRACON

exemplo

m kg / 1kg cim.	a/c kg / kg	f ₂₈ MPa	f ₆₃ MPa	g kg / m ³
3,5	0,400	32,1	45,2	2380
5,0	0,540	23,2	33,1	2350
6,5	0,675	16,3	25,3	2340

Conhecendo-se os seguintes resultados experimentais de um estudo de dosagem dos concretos:

- teor de argamassa seca $\rightarrow \alpha = 52\%$ (kg / kg • 100)
- abatimento $\rightarrow (80 \pm 10)$ mm
- fator água / materiais secos $\rightarrow H = 9\%$ (kg / kg • 100)
- desvio padrão da produção para fins de dosagem $s_c = 3$ MPa (28 ou 63 dias)

direitos reservados 2010

38



Dosagem do concreto Método IBRACON

exemplo

Pede-se:

1. Qual o consumo de cimento por m³ de concreto aos sete dias de idade?
2. Qual o traço para $f_{c28} = 25$ MPa aos 28 dias de idade?
3. Qual o traço para $f_{c63} = 25$ MPa aos 63 dias de idade sabendo-se que $f_{c63} = 1.13 f_{c28}$?

Recordação:

- regressão linear \rightarrow método dos mínimos quadrados

direitos reservados 2010

39