

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIA E TECNOLOGIA DOS MATERIAS - DCTM**



RESOLUÇÃO DOS EXERCÍCIOS PROPOSTOS

**ÁRTANO SILVA DOS SANTOS – APOIO TÉCNICO
FRANCISCO DE ASSIS BISPO - MONITOR**

Exercícios resolvidos e discutidos do caderno prático de Materiais de Construção II de autoria do professor Adailton Oliveira, cujo principal objetivo é auxiliar os estudantes a compreensão d Matéria.

Este arquivo estar disponível em www.ebah.com.br, nome do arquivo: Resolução dos de exercícios propostos – Materiais II, perfil de Ártano Santos.

Bons Estudos!

**Salvador
Agosto– 2010**

RESOLUÇÃO**2.2 – EXECÍCIOS – pag 24**

Determinar a curva granulométrica, o módulo de finura e a dimensão máxima característica de uma mistura de 52 kg do agregado A, 91,8 kg do agregado B e 60 kg do agregado C, cujas granulometrias e características físicas são apresentadas nas tabelas. Pede-se também o volume ocupado por cada um dos materiais após a secagem.

DADOS:

52 Kg do Agregado A; 91,8 Kg do Agregado B; 60 Kg do Agregado C.

1º Passo: Corrigir a Umidade

Sabe-se que os agregados encontram-se úmidos, portanto é necessário seca-los, e só após isso realizar a mistura:

Demonstração:

$$h = \frac{mh - ms}{ms} \times 100 \Rightarrow mh - ms = \frac{ms - h}{100} \Rightarrow Mh = Ms \times \left(1 + \frac{h}{100}\right),$$

$$\text{mas, } Ch = \left(1 + \frac{h}{100}\right), \text{ Assim obtemos: } Ch = \frac{mh}{ms},$$

$$\text{Adaptamos a fórmula temos: } Mh = Ch \times ms, \text{ ou } Ms = \frac{mh}{ch}$$

Agregado A:

$$Ms = \frac{mh}{ch} = \frac{52}{1,04} = 50 \text{ Kg}$$

Agregado B:

$$Ms = \frac{mh}{ch} = \frac{91,8}{1,02} = 90 \text{ Kg}$$

Agregado C:

$$Ms = \frac{mh}{ch} = \text{O agregado C estar isento de umidade, portanto Seco.} \Rightarrow Ms = 60 \text{ Kg}$$

Fazendo o somatório dos agregados tem-se: Massa total = 200 Kg.

2º Passo: Calcular o percentual de cada agregado na mistura

Agregado	Massa (Kg)	%
Ag. A	50	25
Ag. B	90	45
Ag. C	60	30
TOTAL	200	100

3º Passo: Identificar as peneiras da série normal e da série intermediária

Para gravar fácil, sabe-se que as peneiras normativas da Série de Taylor, obedecem essa série, sendo assim basta multiplicar por 2 e aproximar (quando necessário), com a exceção das peneiras e 63 mm (Normais). Vejam:

NORMAL	75	37,5	19	9,5	4,75	2,36	1,18	600µm	300µm	150µm
INTERMEDIÁRIA	63	50	31,5	25	12,5	6,3	75 µm	---	---	---

4º Preencher as Lacunas que se pede:

Para Calcular o Percentual Individual de cada agregado, basta:

Na Tabela 1, pegar a massa total (dada) e com a massa retida na peneira que deseja se o %ret., calcular o seu percentual, ex.:

Agregado C

Massa total: 20.000 Kg; massa retida na peneira 37,5 = 2.400 Kg

$$\% \text{ ret } 37,5 = \frac{(2.400 \times 100)}{20.000} = 12 \%$$

% Ret. Acumulado Individual

Basta Acumular cada agregado, ex: Ag. A: 2+8 = 10; 10+45 = 55; 55+ 30 = 85; 85+10 = 95 e assim por diante.

% na Mistura

Com os percentuais de cada agregado (A = 25%; B = 45 %; C=30 %) multiplica pelo % ret. Acumulado do agregado correspondente, ex.: %na mistura Ag.A $2,36\text{mm}$ = $0,25 \times 2 = 0,5\%$, assim por diante

% Ret. Acumulado

Basta aproximar para o % na mistura para um inteiro exemplo:

	<i>Ag. A</i>	<i>Ag. B</i>	<i>Ag. C</i>	<i>% ret. Acum</i>
Peneira 12,5 mm	0,5	31,95	30	---

Aproximando

	<i>Ag. A</i>	<i>Ag. B</i>	<i>Ag. C</i>	<i>% ret. Acum</i>
Peneira 12,5 mm	1	32	30	63

5º Passo: Com as Lacunas Preenchidas, calcula-se o Mod. Finura e a D. máxima para cada Agregado.

Módulo de Finura: Soma dos % ret. Acumulados, nas peneiras da série normal dividido por 100.

Agregado A

$$\text{Mod. Finura} = \frac{\sum \% \text{ret. acum}}{100} = \frac{247}{100} = 2,47$$

Agregado B

$$\text{Mod. Finura} = \frac{\sum \% \text{ret. acum}}{100} = \frac{513}{100} = 5,13$$

Agregado C

$$\text{Mod. Finura} = \frac{\sum \% \text{ret. acum}}{100} = \frac{782}{100} = 7,82$$

Dimensão máxima característica: Corresponde ao número da peneira que fica retida 5% ou imediatamente inferior de agregado.

Agregado A..... 2,36 mm

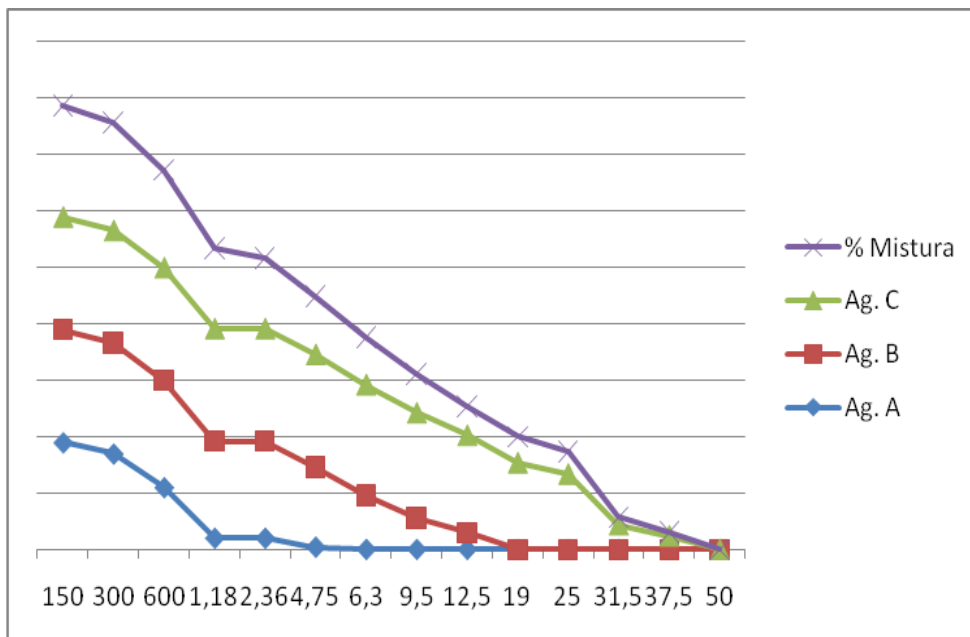
Agregado B.....12,5 mm

Agregado C.....50 mm

RESULTADO

PENEIRA		% Retida			% ret. Acumulada			% a mistura			% ret. Acum.
Condição	mm	Ag. A	Ag. B	Ag. C	Ag. A	Ag. B	Ag. C	Ag. A	Ag. B	Ag. C	
Intermed.	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Normal	37,5	0	0	12	0	0	12	0	0	3,6	4
Intermed.	31,5	0	0	10	0	0	22	0	0	6,6	7
Intermed.	25	0	0	45	0	0	67	0	0	20,1	20
Normal	19	0	0	10	0	0	77	0	0	23,1	23
Intermed.	12,5	0	0	9,25	0	0	86,3	0	0	25,9	26
Normal	9,5	0	15	7	0	15	93,3	0	6,75	28	35
Intermed.	6,3	0	13	5	0	28	98,3	0	12,6	29,5	42
Normal	4,75	0	20	1,75	0	48	100	0	21,6	30	52
Normal	2,36	2	23	0	2	71	100	0,5	32	30	62
Normal	1,18	8	15	0	10	86	100	2,5	38,7	30	71
Normal	600	45	9	0	55	95	100	13,8	42,8	30	87
Normal	300	30	3	0	85	98	100	21,3	44,1	30	95
Normal	150	10	2	0	95	100	100	23,8	45	30	99
MOD. FINURA		----	----	----	2,47	5,13	7,82	----	----	----	----
Dmáxima		----	----	----	2,36	12,5	50	----	----	----	----

 Fornecido

5º Passo: Traçar a Curva Granulométrica**Exercício 2 – pag. 26**

2) Necessita-se, na obra, de uma areia cuja granulometria obedeça às especificações da zona ótima. Pede-se determinar a mistura mais econômica entre as areias A e B de modo a atender a exigência, sabendo-se que a jazida da areia A está mais afastada da obra. Representar graficamente a composição granulométrica da mistura e dos limites especificados.

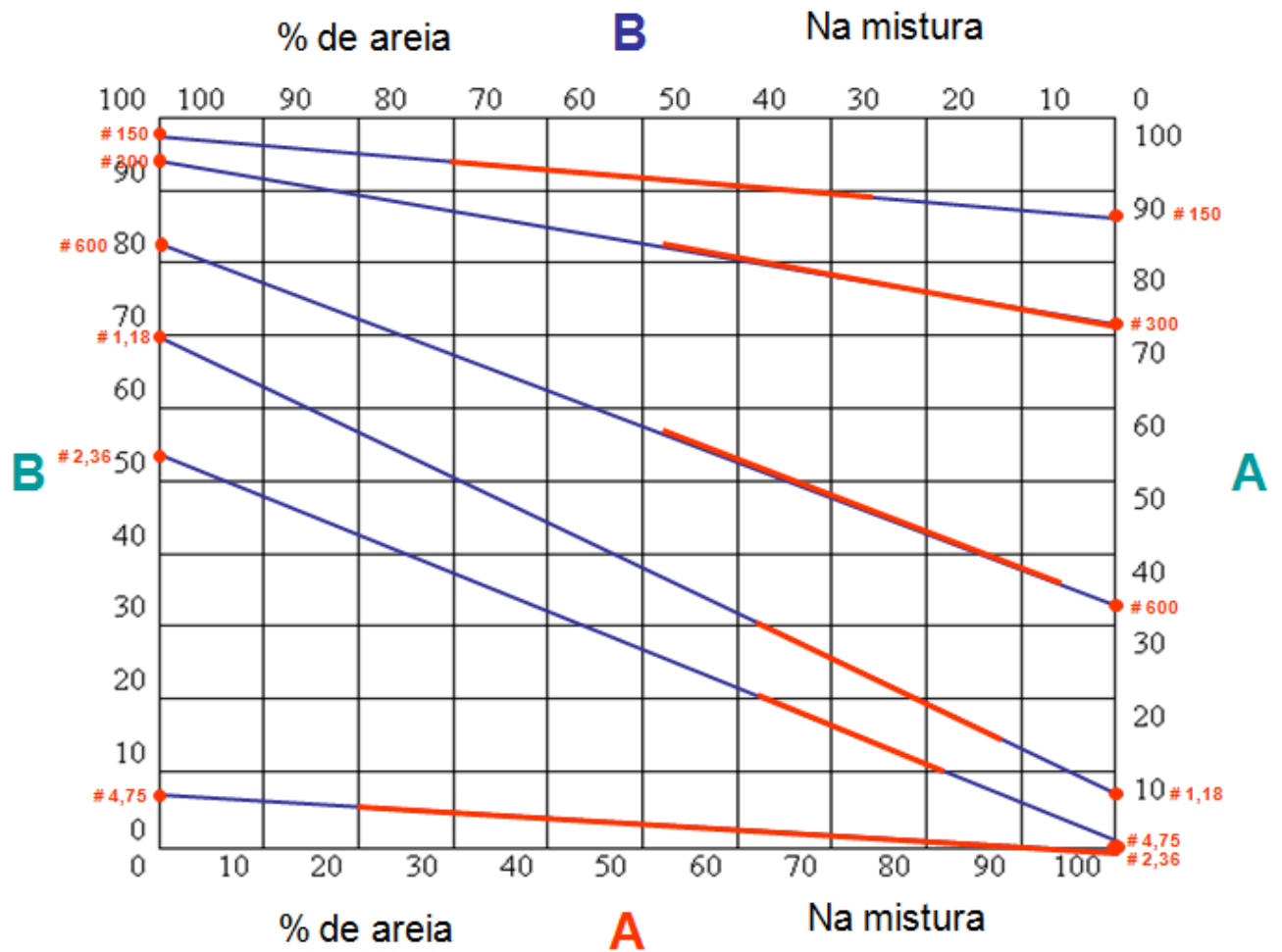
1º) Marcar todas as peneiras que o exercido fornece:



2º) Ligar por semi-retas as mesmas peneiras referente ao Agregado A e o B.



3º) Após lançar as semi-retas, olhar para o % ret. Acumulado do Agregado A e do B e fortalecer a semi-reta. Exemplo na peneira de 4,75; Ag. A e B=6%, Então a semi-reta será destacada (em vermelho) de 0 a 6, e assim por diante.

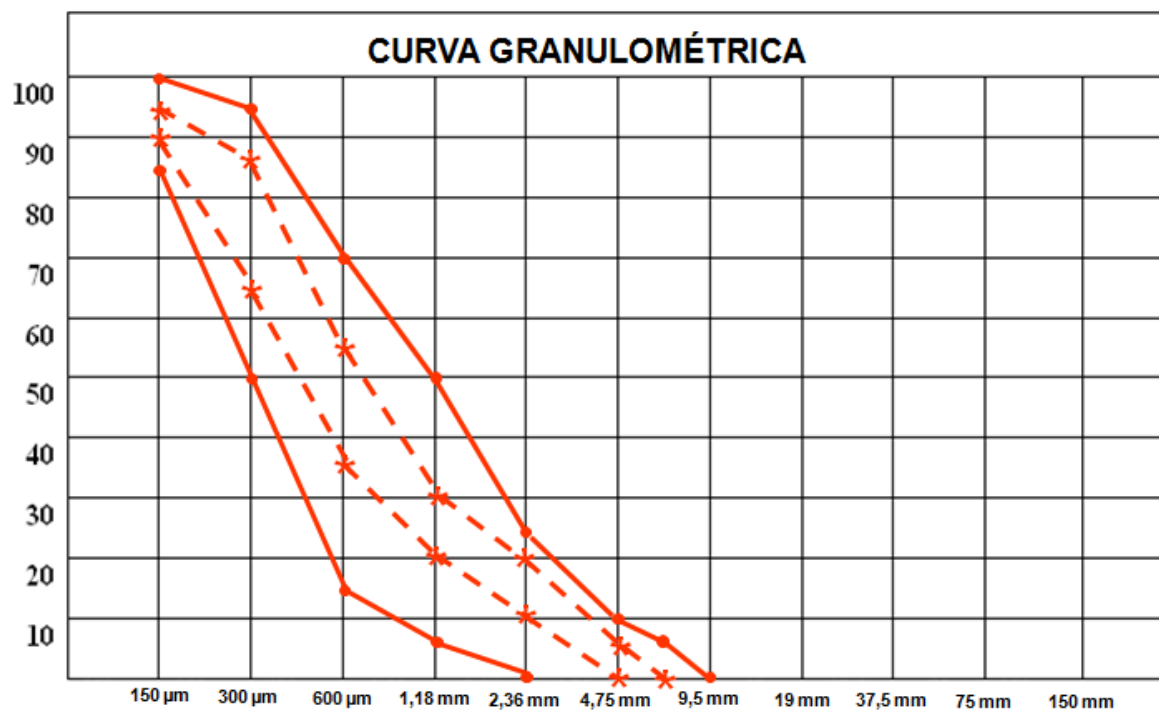
RESOLUÇÃO GRÁFICA

4º) Marcar um reta paralela ao eixo Y:

1º Reta da direita para esquerda parar no ultimo começo da reta destacada;

2º Reta da esquerda para direita parar no ultimo começo da reta destacada.



5º) A Curva Granulométrica**LIMITES GRANULOMÉTRICOS DE AGREGADO MIÚDO – NBR 7211**

3 – EXERCÍCIOS

1) Qual a massa unitária da areia usada no ensaio em que o volume dos grãos, contido em um recipiente de 15dm³, é de 8,25 dm³ e sua massa específica é de 2,62 kg/dm³?

$$\rho = \frac{M}{V} \Rightarrow M = 2,62 \times 8,25 = 21,62 \text{ Kg} ; \mu = \frac{M}{V} = \frac{21,62}{15} = 1,44 \text{ Kg/dm}^3$$

2) Qual o percentual de vazios de um material cuja massa específica é 2,50 kg/dm³ e massa unitária é 0,85 kg/dm³?

$$X = 2,5 - 0,85 = 1,65$$

$$2,5 \dots\dots\dots 100$$

$$\% \text{Vazios} = 66\%$$

$$1,65 \dots\dots\dots x$$

3) Qual o volume de água que existe em 90 kg de areia com umidade de 3,2%?

$$Ch = \frac{mh}{ms} \Rightarrow Ms = \frac{90}{1,032} = 87,21 \text{ Kg}$$

$$V_{\text{água}} = Mh - Ms = 90 - 87,21 = 2,79 \text{ l}$$

4) Qual o volume de brita que deve ser pedido no depósito sabendo-se que serão necessárias 8 toneladas dessa brita na obra? O ensaio para determinação da massa unitária em estado solto apresentou os seguintes valores: Massa do recipiente = 9,7 kg; Massa do recipiente + amostra = 38,2 kg
Volume do recipiente = 20,0 dm³.

Resolução:

$$\text{Amostra} = 38,2 - 9,7 = 28,5 \text{ Kg}$$

$$\mu = \frac{M}{V} = \frac{28,5}{20} = 1,43 \text{ Kg/dm}^3$$

$$V = \frac{8.000}{1,43} = 5594,41 \text{ dm}^3 \sim 5,6 \text{ m}^3$$

5) Quantas toneladas de brita cabem num silo com as seguintes dimensões:
Base = 2,5 m x 1,4 m ; Altura = 1,5 m. Sabe-se que a massa unitária da brita é 1,42 kg/dm³

Resolução:

$$\text{Volume do Silo} = 2,5 \times 1,4 \times 1,5 = 5,25 \text{ m}^3$$

$$M = 1,42 \times 5250,0 \Rightarrow M = 7455,0 \text{ Kg ou } 7,46 \text{ t}$$

6) Para a execução de um filtro serão necessários 3 kg de areia com grãos maiores que 1,18 mm. Quantos quilos de areia serão necessários, se a areia apresenta a seguinte granulométrica:

PENEIRA	MASSA RETIDA (g)
4,75 mm	15
2,36 mm	110
1,18 mm	248
600 μm	115
300 μm	92
150 μm	85
TOTAL	800

Resolução:

$$\text{Massa} = 15 + 110 + 248 = 373 \text{ g}$$

$$\begin{array}{ll} 800 \dots\dots\dots 100\% & x = 46,6\% \\ 373 \dots\dots\dots x & \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} Y \dots\dots\dots 100\% & \\ 3\text{Kg} \dots\dots\dots 46,6\% & \end{array}$$

$$Y = 6,44 \text{ Kg}$$

7) Qual a massa de água necessária para conferir a 130 kg de uma areia seca um inchamento de 28%, sabendo-se que:

- $I = 0\%$ -----> $\mu = 1,51 \text{ kg/dm}^3$
- $I = 28\%$ -----> $\mu_h = 1,24 \text{ kg/dm}^3$
- Massa específica = $2,65 \text{ kg/dm}^3$

Resolução:

$$CI = \frac{V_h}{V_s}; \mu = \frac{M}{V} \Rightarrow V_s = \frac{130}{1,51} = 86,09 \text{ dm}^3;$$

$$CI = \frac{V_h}{V_s} \Rightarrow V_h = V_s \times CI = 86,09 \times 1,28 = 110,20 \text{ dm}^3$$

$$\mu_h = \frac{M}{V} \Rightarrow M_h = \mu_h \times V_h = 1,24 \times 110,20 = 136,64 \text{ Kg}$$

$$V_{\text{água}} = 136,64 - 130 = 6,64 \text{ Kg}$$

8) Qual a massa de água que está incorporada em 220 kg de areia, considerando-se a mesma no ponto de umidade crítica? (CI e Umidade crítica igual ao exemplo).

$$M_h = 220 \text{ Kg}$$

No exemplo temos:

h (%)	μ (kg/dm ³)	CI
3,0	1,23	1,26

$$Ch = \frac{M_h}{M_s} \Rightarrow M_s = \frac{M_h}{Ch} = \frac{220}{1,03} = 1,07 \times 220 = 213,6 \text{ Kg}$$

$$\text{Mágua} = M_h - M_s = 220 - 213,6 = \mathbf{6,4 \text{ Kg}}$$

9) Qual a massa de areia úmida que deve ser colocada numa betoneira para que se obtenha massa correspondente a 300 kg de areia seca? Sabe-se que a umidade da areia é 3,5%.

$$Ch = \frac{M_h}{M_s} \Rightarrow M_h = Ch \times M_s = 1,035 \times 300 = \mathbf{310,50 \text{ Kg}}$$

10) No cálculo de consumo de materiais, achamos que seriam necessários 4.500 kg de areia seca para preparação do concreto. Qual o volume mínimo a adquirir, sabendo-se que a umidade da areia é de 4,5%? (CI e Umidade crítica igual ao exemplo).

$$Ch = \frac{M_h}{M_s} \Rightarrow M_h = Ch \times M_s = 1,045 \times 4500 = \mathbf{4702,5 \text{ Kg}}$$

Observação: A massa está seca, logo deve-se usar a massa unitária seca, ou seja umidade = 0%. ($\mu=1,51$)

$$\mu = \frac{M}{V} \Rightarrow V_s = \frac{4.500}{1,51} = \mathbf{2980,13 \text{ dm}^3}$$

$$CI = \frac{V_h}{V_s} \Rightarrow V_h = V_s \times CI = 2980,13 \times 1,28 = \mathbf{3814,57 \text{ dm}^3}$$

$$V_h = \mathbf{3,8 \text{ m}^3}$$

11) Qual o volume seco de areia trazido por uma caçamba com a capacidade de 8m³, sabendo que a areia transportada tem a umidade de 5,0%? (CI e Umidade crítica igual ao exemplo).

$$V_h = 8 \text{ m}^3$$

$$V_s = \frac{V_h}{CI} \Rightarrow V_s = \frac{8000}{1,28} = \mathbf{6250 \text{ dm}^3}$$

$$M_s = \mu \times V_s = 1,24 \times 6250 = \mathbf{7.750 \text{ Kg}}$$

$$M_h = M_s \times Ch = 7750 \times 1,05 = \mathbf{8.137,5 \text{ Kg}}$$

$$\text{Mágua} = 8.137,5 - 7.750 = \mathbf{387,50 \text{ Kg}}$$

12) Qual a massa seca de 5m³ de areia, considerando-se que a mesma apresenta uma umidade de 3,0%? (CI e Umidade crítica igual ao exemplo).

$$V_h = 5.000 \text{ dm}^3$$

$$V_s = \frac{5.000}{1,26} = 3.968,3 \text{ dm}^3$$

$$M_h = V_h \times \mu = 5.000 \times 1,23 = 6150 \text{ Kg}$$

$$M_s = \frac{M_h}{Ch} = \frac{6150}{1,03} = 5970,9 \text{ Kg}$$

13) Qual o volume de areia úmida na umidade crítica ocupado por 100 kg de areia seca ? (CI e Umidade crítica igual ao exemplo).

$$M_s = 100 \text{ kg} \quad hc=2,8$$

$$\mu = \frac{M}{V} \quad V_s = \frac{100}{1,51} = 66,23 \text{ dm}^3$$

$$CI = \frac{V_h}{V_s} \Rightarrow V_h = V_s \times CI = 66,23 \times 1,28 = 84,77 \text{ dm}^3$$

14) Uma caixa de base quadrada com 0,5 m de lado e 0,4 m de altura está cheia de areia seca. Qual o crescimento de altura que deve sofrer a caixa se tiver que armazenar a mesma quantidade de areia, porém umedecida?
Condições de ensaio: h = 3,0% e l = 25%.

$$\text{Volume da Caixa} = 0,5 \times 0,5 \times 0,4 = 0,1 \text{ m}^3 = 100 \text{ dm}^3$$

$$V_h = CI \times V_s = 1,25 \times 100 = 125 \text{ dm}^3$$

Volume da caixa para armazenar a mesma areia, porém úmida:

$$V = A \times h \Rightarrow h = \frac{V}{A} = \frac{0,125}{0,25} = 0,5 \text{ m}$$

A altura da caixa teria que saltar para 0,5 m, ou seja um acréscimo de 0,1 m em sua altura.

15) Uma argamassa deve ser preparada com 27 litros de água no total. Na mistura foram colocados 105 kg de areia com 5% de umidade. Qual a quantidade de água a ser medida para manter a umidade prevista da mistura?

$$V_{\text{água}} = 27 \text{ l} ; M_{\text{areia}} = 105 \text{ Kg} ; Ch = 1,05.$$

$$M_s = \frac{M_h}{Ch} = \frac{105}{1,05} = 100 \text{ Kg} ;$$

$$M_{\text{água}} = M_h - M_s = 105 - 100 \Rightarrow M_{\text{água}} = 5 \text{ Kg}$$

$$V_{\text{água}} = 27 - 5 \Rightarrow V_{\text{água}} = 22 \text{ dm}^3$$

16) Sabe-se que em uma argamassa usaram-se 30 litros de água para 50 kg de cimento e 150 kg de areia seca. Qual a quantidade de água a colocar num determinado volume de argamassa, com estas mesmas características, quando empregamos 260 dm³ de areia com 3% de umidade? Considerar a areia com inchamento de 27% e $\mu=1,51$ kg/dm³.

Resolução:

Traço em Massa >>> **50:150:30**

$$V_s = \frac{V_h}{CI} = \frac{260}{1,27} = \mathbf{204,72 \text{ dm}^3}$$

$$M_s = V_s \times \mu = 204,72 \times 1,51 = \mathbf{309,13 \text{ Kg}}$$

$$M_h = M_s \times ch = 309,13 \times 1,03 = \mathbf{318,40 \text{ Kg}}$$

$$\mathbf{M\acute{a}gua = M_h - M_s = 318,40 - 309,13 = 9,27 \text{ Kg}}$$

$$\begin{array}{l} 180 \text{ (areia+\'{a}gua)} \dots\dots\dots 100\% \\ 30 \text{ (\'{a}gua)} \dots\dots\dots x \\ X = 16,67\% \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 309,13 + a \text{ (areia+\'{a}gua)} \dots\dots\dots 100\% \\ a \dots\dots\dots 16,67\% \\ x = 61,83 \text{ L} \end{array}$$

$$V \text{ \'{a}gua} = 61,83 - 9,27 = \mathbf{52,56 \text{ Litros}}$$

17) Se misturamos 122 kg da areia A, com umidade de 2,3%, e 148 kg da areia B, com umidade de 3,2%, responda:

a) qual a quantidade de água existente na referida mistura?

Areia A

$$M_s = 122/1,023 = \mathbf{119,26 \text{ Kg}} \gg \mathbf{M\acute{a}gua = 122 - 119,26 = 2,74 \text{ l}}$$

Areia B

$$M_s = 148/1,032 = \mathbf{143,41 \text{ Kg}} \gg \mathbf{M\acute{a}gua = 148 - 143,41 = 4,59 \text{ l}}$$

Mistura (A+B)

$$\mathbf{M\acute{a}gua = 2,74 + 4,59 = 7,33 \text{ l}}$$

b) qual a umidade da mistura?

$$h(\%) = \frac{M_h - M_s}{M_s} \times 100 = \frac{7,33}{262,67} \times 100 \Rightarrow \mathbf{h = 2,8 \%}$$

18) Dispomos no canteiro de obra de 140 dm³ de areia A e 240 dm³ de areia B com características do item anterior. Pergunta-se: (Cl e Umidade crítica igual ao exemplo)

- a) qual a quantidade total de areia seca?
b) qual a quantidade total de água contida nas referidas areias?

Areia A

$$V_s = \frac{140}{1,24} = 112,90 \text{ dm}^3$$

$$M_s = V \times \mu = 112,90 \times 1,51 = 170,48 \text{ Kg}$$

$$M_h = ch \times M_s = 1,023 \times 170,48 = 174,41 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{água}} = M_h - M_s = 174,41 - 170,48 = 3,93$$

Areia B

$$V_s = \frac{240}{1,27} = 188,98 \text{ dm}^3$$

$$M_s = V \times \mu = 188,98 \times 1,51 = 285,36 \text{ Kg}$$

$$M_h = ch \times M_s = 1,032 \times 285,36 = 294,48 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{água}} = M_h - M_s = 294,48 - 285,36 = 9,12 \text{ Litros}$$

$$\Sigma M_{\text{areia}} = 285,36 + 170,48 = 455,84 \text{ Kg}$$

$$\Sigma M_{\text{água}} = 9,12 + 3,93 = 13,1 \text{ Litros}$$

19) Temos 60 litros de areia A com uma umidade de 3%. Precisamos misturá-la com 120 kg de uma outra areia B com umidade de 4%. Qual a massa da mistura seca? E sua umidade?

Dados	AREIA A	AREIA B
h (%)	3,0	4,0
l (%)	23,0	25,0
μ (kg/dm ³)	1,5	1,47

Resolução

:

Areia

$$V_s = \frac{60}{1,23} = 48,78 \text{ dm}^3 \gggg M_s = 1,5 \times 48,78 = 73,17 \text{ Kg}$$

Areia B

$$M_h = 73,17 \times 1,03 = 75,37 \text{ Kg}$$

$$M_s = \frac{120}{1,04} = \mathbf{115,38 \text{ Kg}}$$

Mistura

$$M_s = 115,38 + 73,17 = \mathbf{188,55 \text{ Kg}}$$

$$h(\%) = \frac{M_h - M_s}{M_s} \times 100 = \frac{195,37 - 188,55}{188,55} \times 100 \Rightarrow \mathbf{h = 3,6 \%}$$

MEDIÇÃO DE MATERIAL

Para resolução das questões, utilizar as características físicas dos materiais a seguir indicadas.

Materiais	Cimento	Areia fina	Areia grossa	Brita_{12,5}	Brita₁₉	Brita₂₅
Massa específica (kg/dm ³)	3,14	2,63	2,62	2,78	2,75	2,75
Massa unitária (kg/dm ³)	-	1,50	1,52	1,38	1,40	1,43
Umidade (%)	-	4,50	3,50	0,80	0,80	-
Inchamento (%)	-	30	27	-	-	-

1) Calcular as quantidades de materiais a serem adquiridos para a execução de uma estrutura cujo volume de concreto é 55 m³. O traço do concreto estudado para a obra é: 1: 2,20: 1,15: 2,52 (cimento, areia grossa, brita 12,5mm e brita 25mm), com relação água/cimento igual a 0,56.

Resolução:

$$M_c = \frac{V_c}{\frac{1}{\rho_c} + \frac{a}{\rho_a} + \frac{b}{\rho_b} + \frac{b_2}{\rho_{b2}} + x} = \frac{55.000}{\frac{1}{3,14} + \frac{2,20}{2,63} + \frac{1,15}{2,78} + \frac{2,52}{2,75} + 0,56} \Rightarrow M_c = 18.043 \text{ Kg}$$

Como cada saco de cimento equivale a 50 Kg, temos também $M_c = 361$ sacos de cimento.

$$M_{\text{areia}} = M_c \times a = 18.043 \times 2,20 = 39.696 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{brita 1}} = M_b \times b = 18.043 \times 1,15 = 20.749,45 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{brita 2}} = M_c \times b_2 = 18.043 \times 2,52 = 45.468,36 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{água}} = M_c \times X = 18.043 \times 0,56 = 10.104,08 \text{ L}$$

Areia

$$V_s = \frac{M_a}{\mu} = \frac{39.696}{1,52} = 26.115,6 \text{ Kg}; V_h = C.I. \times V_s = 1,27 \times 26.114,47 = 33.165,38 \text{ dm}^3$$

Brita 12,5

$$V_s = \frac{20.749,45}{1,38} = 15.035,83 \text{ dm}^3; V_h = V_s = 15.035,83, \text{ pois não há o fenômeno do inchamento.}$$

Brita 25

$$V_s = \frac{45.468,36}{1,43} = 31.796,06 \text{ dm}^3; V_h = V_s = 31.796,06 \text{ dm}^3$$

2) Utilizando o traço acima, que volume de formas se encherá com o concreto de uma betonada em que se utilizam 3 sacos de cimento?

$$V_c = M_c \times \left(\frac{1}{\rho_c} + \frac{a}{\rho_a} + \frac{b}{\rho_b} + \frac{b_2}{\rho_{b2}} + x \right) = 150 \times \left(\frac{1}{3,14} + \frac{2,20}{2,63} + \frac{1,15}{2,78} + \frac{2,52}{2,75} + 0,56 \right) \Rightarrow$$

$$V_{conc.} = 456,75 \text{ dm}^3$$

3) Quantas betonadas de um saco de cimento seriam necessárias para fabricar 1m³ de concreto?

Resolução:

$$V_c = M_c \times \left(\frac{1}{\rho_c} + \frac{a}{\rho_a} + \frac{b}{\rho_b} + \frac{b_2}{\rho_{b2}} + x \right) = 50 \times \left(\frac{1}{3,14} + \frac{2,20}{2,63} + \frac{1,15}{2,78} + \frac{2,52}{2,75} + 0,56 \right) =$$

$$V_c = 152,25 \text{ dm}^3$$

$$\text{Betonadas} = 1.000/152,25 = \mathbf{7 \text{ betonadas}}$$

4) Qual o percentual do volume de pasta (cimento + água) do concreto acima?

$$M_c = 50 \text{ kg}$$

Consultando a questão 1 tem-se: $V_c = 55.000 \text{ dm}^3$; $M_c = 18.043 \text{ Kg}$

Obtemos:

$$V_c = \frac{18.043}{3,14} = \mathbf{5.746,18 \text{ dm}^3}; \mathbf{V_{\text{água}} = 50 \times 0,56 \times 55 \text{ m}^3 = 10.100 \text{ dm}^3}$$

$$\text{Pasta} = 10.100 + 5.746,18 = 15.846,18 \text{ dm}^3$$

$$\% \text{pasta} = \left(\frac{15.846,18}{55.000} \times 100 \right) = \mathbf{28,8\%}$$

5) Qual o percentual do volume de argamassa (cimento + areia + água) do mesmo?

Resolução:

Consultando também a questão 1, temos Massa da areia = 15.093,54 dm³.

$$V_{\text{areia}} = \frac{M_s}{\rho} = \frac{39.696}{2,63} = \mathbf{15.093,54 \text{ dm}^3}$$

$$\text{Argamassa} = 15.093,54 + 5.746,18 + 10.100 = 30.939,72 \text{ dm}^3.$$

$$\% \text{argamassa} = \left(\frac{30.939,72}{55.000} \times 100 \right) = \mathbf{56,3\%}$$

6) Uma obra solicitou 6m³ de concreto a uma Central. Quais as quantidades, em massa, dos materiais colocadas no caminhão betoneira para atender ao traço de 1: 2,0: 3,5: 0,50 (cimento, areia fina, brita 12,5mm e água)?

Resolução:

$$M_c = \frac{V_c}{\frac{1}{\rho_c} + \frac{a}{\rho_a} + \frac{b}{\rho_b} + \frac{b^2}{\rho_b^2} + x} = \frac{6.000}{\frac{1}{3,14} + \frac{2,0}{2,63} + \frac{3,5}{2,78} + 0,50} = \mathbf{2114 \text{ Kg}}$$

$$M_a = \mathbf{2114} \times 2 = 4228,45 \text{ kg}$$

$$M_b = \mathbf{2114} \times 3,5 = 7399 \text{ kg}$$

$$M_{ag} = 0,50 \times \mathbf{2114} = 1057 \text{ L}$$

Massas úmidas

$$M_{ha} = 4228,45 \times 1,045 = 4.418,73 \text{ Kg} \gg \gg \text{Mágua} = 190,28 \text{ L}$$

$$M_{hb} = 7399 \times 1,008 = 7458,19 \text{ Kg} \gg \gg \text{Mágua} = 59,19 \text{ L}$$

Deve-se corrigir água de amassamento em função d umidade, portanto temos:

$$\text{Mágua} = 1057 - (190,28 + 59,19) = 807,53 \text{ L}$$

7) Para os materiais medidos em volume, quais as dimensões das padiolas, com seção trapezoidal, a serem confeccionadas para o uso do traço acima (questão 6), para betonadas de 2 sacos de cimento?

Resolução:

$$V_{conc.} = M_c \times \left(\frac{1}{\rho_c} + \frac{a}{\rho_a} + \frac{b}{\rho_b} + x \right) = 100 \times \left(\frac{1}{3,14} + \frac{2,0}{2,63} + \frac{3,5}{2,78} + 0,50 \right) = \mathbf{283,79 \text{ dm}^3}$$

Demonstração:

$$V_{pad} = \frac{C+D}{2} \times 35 \times 40, \text{ mas para a padiola trapezoidal } D = C+15$$

$$V_{pad} = \frac{C+C+15}{2} \times 1400 \Rightarrow V_{pad} = \frac{2C+15}{2} \times 1400 \Rightarrow V_{pad} = (C + 7,5) \times 1400$$

$$\text{Logo: } C = \frac{V}{1,4} - 7,5$$

2º) Deve-se calcular a Massa a ser transportada, cada padiola deverá suportar até 70Kg, pois 70 Kg é o peso máximo a ser carregado por operários da construção civil. E lembrando que em condições de canteiro todo o material apresenta-se com umidade.

Padiola para Areia

$$M_{sA} = M_c \times a = 100 \times 2 = 200 \text{ Kg}$$

$$M_{hA} = M_{sA} \times Ch = 200 \times 1,045 = 209 \text{ Kg}$$

$$N^\circ \text{ pad} = \frac{209}{70} = \mathbf{3 \text{ padiolas}}; \quad M_{hpad} = \frac{209}{3} = \mathbf{69,67 \text{ Kg}}; \quad M_{spad} = \frac{200}{3} = \mathbf{66,67 \text{ Kg}}$$

$$V_{sA} = \frac{M_{sA}}{\mu} = \frac{66,67}{1,50} \Rightarrow V_{sA} = \mathbf{44,44 \text{ dm}^3}; \quad V_{hA} = CI \times V_{sA} = 1,3 \times 44,44 = \mathbf{57,78 \text{ dm}^3}$$

$$C = \frac{V}{1,4} - 7,5 = \frac{57,78}{1,4} - 7,5 = 33,8 \text{ cm}$$

$$D = C + 15 = 48,8 \text{ cm}$$

Padiola para Brita

$$MsB = Mc \times b = 100 \times 3,5 = 350 \text{ Kg}$$

$$MhB = 350 \times 1,008 = 352,8 \text{ Kg}$$

$$N^{\circ} \text{ Pad} = \frac{352,8}{70} = 5 \text{ padiolas}; \quad Mhpad = \frac{352,8}{5} = 70,6 \text{ Kg}; \quad Mspad = \frac{350}{5} = 70,0 \text{ Kg}$$

$$VsB = \frac{MsB}{\mu} = \frac{70,0}{1,38} = 50,72 \text{ dm}^3; \quad VhB = VsB = 50,72 \text{ dm}^3, \text{ pois não há inchamento.}$$

$$C = \frac{V}{1,4} - 7,5 = \frac{50,72}{1,4} - 7,5 = 28,7 \text{ cm}$$

$$D = C + 15 = 43,7 \text{ cm}$$

8) Fornecer as quantidades de materiais (cimento em sacos, areia, brita e água em volume) que se deve adquirir para fabricar 200m³ de concreto, sabendo-se que em cada betonada utilizam-se as seguintes quantidades de materiais nas condições de canteiro: cimento = 1 saco; areia fina = 87 kg; brita 19mm = 36 kg; brita 25mm = 118 kg; água = 25 l.

Traço:

$$a = \frac{Ma}{Mc} = \frac{87}{50} = 1,74; \quad b = \frac{36}{50} = 0,72; \quad b2 = \frac{118}{50} = 2,36; \quad X = \frac{25}{50} = 0,5$$

Traço unitário: 1:1,74:0,72:2,36:0,5

$$Mc = \frac{Vc}{\frac{1}{\rho c} + \frac{a}{\rho a} + \frac{b}{\rho b} + \frac{b2}{\rho b2} + X} = \frac{200.000}{\frac{1}{3,14} + \frac{1,74}{2,63} + \frac{0,72}{2,75} + \frac{2,36}{2,75} + 0,5} = 76.921,06 \text{ Kg}$$

$$Ma = 76.921,06 \times 1,74 = 133.842,64 \text{ Kg}$$

$$Mb1 = 76.921,06 \times 0,72 = 57.543,16 \text{ Kg}$$

$$Mb2 = 76.921,06 \times 2,36 = 181.533,70 \text{ Kg}$$

$$M\text{água} = 76.921,06 \times 0,5 = 38.460,53 \text{ L}$$

9) Que volumes de materiais são necessários para produzir 5m³ de concreto, sabendo-se que em cada betonada deste concreto usam-se: cimento = 1 saco; areia fina = 85 dm³; brita 19mm = 52,8 dm³; brita 25mm = 83 dm³; água = 22 dm³, considerando-se as condições de canteiro.

Areia

$$V_{sA} = \frac{85}{1,3} = 65,38 \text{ dm}^3; M_{sA} = 65,38 \times 1,5 = 98,08 \text{ Kg}; M_{hA} = 1,045 \times 98,08 = 102,49 \text{ Kg}; \text{Mágua} = 4,41 \text{ L}$$

Brita 19 mm

$$V_{sB} = V_{hB} = 52,8 \text{ dm}^3; M_{sA} = 52,8 \times 1,40 = 73,92 \text{ Kg}; M_{hB} = 1,008 \times 73,92 = 74,51 \text{ Kg}; \text{Mágua} = 0,59 \text{ L}.$$

Brita 25 mm

$$V_{sB} = V_{hB} = 83 \text{ dm}^3; M_{sB} = 83 \times 1,43 = 118,69 \text{ Kg}; M_h = M_s = 118,69 \text{ Kg}; \text{Mágua} = 0$$

Água

$$\text{Mágua} = 22 + 4,41 + 0,59 = 27 \text{ L}$$

Determinação do traço:

$$a = \frac{M_a}{M_c} = \frac{98,08}{50} = 1,96; \quad b1 = \frac{M_{b1}}{M_c} = \frac{73,92}{50} = 1,47;$$

$$b2 = \frac{M_{b2}}{M_c} = \frac{118,69}{50} = 2,37; \quad X = \frac{27}{50} = 0,54$$

Traço >>> 1: 1,96: 1,47: 2,37: 0,54

$$M_c = \frac{V_c}{\frac{1}{\rho_c} + \frac{a}{\rho_a} + \frac{b}{\rho_b} + \frac{b2}{\rho_{b2}} + x} = \frac{5.000}{\frac{1}{3,14} + \frac{1,96}{2,63} + \frac{1,47}{2,75} + \frac{2,37}{2,75} + 0,54} = 1.666,62$$

Cimento

$$M_c = 1.666,62 = 33 \text{ sacos}$$

Areia

$$M_a = 1,96 \times 1.666,62 = 3.266,58 \text{ Kg}; V_s = \frac{3.266,58}{1,50} = 2.177,72 \text{ dm}^3;$$

$$V_h = 2.177,72 \times 1,3 = 2831,03 \text{ dm}^3; M_h = 3.266,58 \times 1,045 = 3.413,58 \text{ Kg};$$

$$\text{Mágua} = 3.413,58 - 3.266,58 = 147 \text{ L}$$

Brita 19 mm

$$M_s = 1,47 \times 1.666,62 = 2449,93 \text{ Kg}; V_s = \frac{2.449,93}{1,40} = 1.749,59 \text{ dm}^3$$

$$V_h = 1.749,59 \times 1,008 = \mathbf{1763,59 \text{ dm}^3}; M_h = 2.449,93 \times 1,008 = 2.469,53 \text{ Kg}$$

$$\text{Mágua} = 2.469,53 - 2449,93 = 19,6 \text{ L}$$

Brita 25 mm

$$M_s = M_h = 2,37 \times 1.666,62 = 3.949,89 \text{ Kg}; V_s = V_h = \frac{3.949,89}{1,43} = \mathbf{2.762,16 \text{ dm}^3}$$

Água

$$\text{Mágua} = 0,54 \times 1.666,62 = 900 \text{ L} > > > \text{Mágua} = 900 - (147 + 19,6) = \mathbf{733 \text{ L}}$$

10) Dado o traço de concreto 1: 2,15: 1,85: 2,80: 0,62, (cimento, areia grossa, brita 12,5 mm, brita 19 mm e água), pede-se calcular a quantidade em massa dos materiais (agregados e água) a serem colocados numa betoneira para 2 (dois) sacos de cimento, considerando:

Resolução:

a) os agregados secos;

$$M_c = 50 \text{ Kg}; M_a = 2,15 \times 100 = 215 \text{ Kg}; M_{b12,5} = 1,85 \times 100 = 185 \text{ Kg}; M_{b19} = 2,8 \times 100 = 280 \text{ Kg}; \text{Mágua} = 0,62 \times 100 = 62 \text{ L}$$

b) os agregados na condição do canteiro.

$$M_{ha} = 1,035 \times 215 = 222,53 \text{ Kg}; M_{b12,5} = 1,008 \times 185 = 186,48; M_{b19} = 1,008 \times 280 = 282,24 \text{ Kg}; \text{Mágua} = 62 - (7,53 + 1,48 + 2,24) => \text{Mágua} = 50,75 \text{ L}$$

11) Para o mesmo traço do item anterior pede-se a quantidade dos materiais em volume considerando-se as condições do canteiro.

$$V_{sA} = \frac{215}{1,5} = 143,33 \text{ dm}^3; V_{sB12,5} = \frac{185}{1,38} = 134,06 \text{ dm}^3; V_{sB12,5} = \frac{282,24}{1,40} = 201,6 \text{ dm}^3$$

12) Na fabricação de um concreto de traço 1: 2,20: 4,50: 0,60 (cimento, areia fina, brita 25mm, água) verificou-se que o concreto produzido não correspondia ao volume esperado. Por um lapso, o encarregado não levou em consideração a umidade e o inchamento dos materiais. Determine:

a) qual o traço realmente utilizado se os materiais foram medidos em massa.

$$\text{Traço} > > 1:2,20:4,50:0,60$$

$$M_c = \frac{1.000}{\frac{1}{3,14} + \frac{2,20}{2,63} + \frac{4,50}{2,75} + 0,60} = 294,9 \text{ Kg}$$

$$M_{ha} = 2,2 \times 294,9 = 648,71 \text{ Kg}; M_{hb} = 4,5 \times 294,9 = 1327,05 \text{ Kg}; M_{agua} = 0,6 \times 294,9 = 176,94 \text{ L}$$

SECO:

$$M_{sa} = \frac{648,71}{1,045} = 620,78 \text{ Kg}; M_{sb} = M_h = 1327,05 \text{ Kg}; M_{água} = 176,94 + 27,93 = 204,87 \text{ L}$$

$$\text{Traço} \ggg 1: \frac{620,78}{294,9} : \frac{1327,05}{294,9} : \frac{149}{294,9} \ggg (1,00: 2,10 : 4,5: 0,70)$$

13) Qual o traço adotado sabendo-se que os materiais medidos no canteiro foram:

· 02 sacos de cimento; 220kg de areia grossa; 150kg de brita 19mm; 250 kg de brita 25mm; 40 litros de água.

$$M_{sA} = \frac{220}{1,035} = 212,56 \text{ Kg}; M_{sB} = \frac{150}{1,008} = 148,81 \text{ Kg}; M_{sb25} = M_h = 250 \text{ Kg};$$

$$M_{água} = 40 + (7,44 + 1,19) = 48,63 \text{ L}$$

$$\text{Traço: } \frac{100}{100} : \frac{212,56}{100} : \frac{148,81}{100} : \frac{250}{100} : \frac{48,63}{100} \ggg 1:2,12: 1,49:2,5 0,49$$

14) Calcular o traço de um concreto em que se misturaram:

- 01 saco de cimento;
- 1 padiola de areia fina c= 35 cm e d= 50 cm;
- 1 padiola de brita 19mm c= 30 cm e d= 45 cm;
- 2 padiolas de brita 25mm c= 21 cm e d= 36 cm;
- 24 litros de água.

Resolução:

$$M_c = 50 \text{ Kg}$$

Areia:

$$V_{pad} = V_h A = (35 + 7,5)1,4 = 59,5 \text{ dm}^3; V_{sA} = \frac{V_h}{CI} = \frac{59,5}{1,3} = 45,77 \text{ dm}^3;$$

$$M_{sA} = 45,77 \times 1,5 = 68,65 \text{ Kg}; M_{hA} = 68,65 \times 1,045 = 71,74 \text{ Kg}; M_{água} = 3,09 \text{ L}$$

Brita 19 mm:

$$V_{pad} = V_h = V_s = (30 + 7,5)1,4 = 52,5 \text{ dm}^3; M_{sB} = V_s \times \mu = 52,5 \times 1,40 = 73,5 \text{ Kg};$$

$$M_h = M_s \times Ch = 73,5 \times 1,008 = 74,09 \text{ Kg};$$

$$M_{água} = M_h - M_s = 74,09 - 73,5 = 0,59 \text{ L}$$

Brita 25 mm:

Tudo que é abstrato não é CONCRETO

$$V_h = 2 \times V_{pad} = 2 \times ((21+7,5)1,4) = 79,89 \text{ dm}^3; \mathbf{M_h} = M_s B = V_s \times \mu = 79,89 \times 1,43 = 114,24 \text{ Kg};$$

Água

$$M_{\text{água}} = 24 + 3,09 + 0,59 = 27,68 \text{ L}$$

$$\text{Traço: } \frac{50}{50} : \frac{68,65}{50} : \frac{73,5}{50} : \frac{114,24}{50} : \frac{27,68}{50} > > >$$

$$(1,00: 1,37: 1,47; 2,28: 0,55)$$

DOSAGEM DO CONCRETO

EXERCÍCIO – PAG. 54

Um reservatório elevado de água potável foi calculado em concreto, sem revestimento, com resistência característica a compressão de 35 MPa. Pede-se determinar o traço de concreto que atenda às condições previstas.

Dados do reservatório:

- espessura das paredes - 15 cm;
- menor distância horizontal entre barras de armadura – 35 mm;
- cobertura mínimo da armadura – 25 mm.

O concreto será lançado através de baldes transportados por grua (guindaste) com adensamento vibratório moderado.

Consistência medida através de slump-test: 60 a 80 mm

Materiais disponíveis:

- brita – 37,5; 31,5; 25; 19 e 9,5 mm
- areia - MF = 1,80

Sugere-se utilizar o método do ACI adaptado

RESOLUÇÃO:

1º) Calcula-se o F_{cj} .

$$F_{cj} = f_{ck} + 1,65 \times S_d = 35 + 1,65 \times 4,0 = 41,6 \text{ MPa}$$

Importante:

a) $s_d = 4 \text{ MPa}$ (40 daN/cm²), quando houver assistência de profissional legalmente habilitado, especializado em tecnologia do concreto, todos os materiais forem medidos em peso e houver medidor de água, corrigindo-se as quantidades de agregado miúdo e de água em função de determinações freqüentes e precisas do teor de umidade dos agregados e houver garantia de manutenção, no decorrer da obra, da homogeneidade dos materiais a serem empregados.

b) $s_d = 5,5 \text{ MPa}$ (55 daN/cm²), quando houver assistência de profissional legalmente habilitado, especializado em tecnologia do concreto, o cimento for medido em peso e os agregados em volume, e houver medidor de água, com correção do volume do agregado miúdo e da quantidade de água em função de determinações freqüentes e precisas do teor de umidade dos agregados

c) $s_d = 7 \text{ MPa}$ (70 daN/cm²), quando o cimento for medido em peso e os agregados em volume e houver medidor de água, corrigindo-se a quantidade de água em função da umidade dos agregados simplesmente estimada.

Nota: O valor de 7 Mpa é um tanto pessimista quanto ao desvio s_d , ensaios realizados mostram um s_d médio de 6 MPa para as obras convencionais, com concreto produzido em betoneira.

O CEB-90 recomenda que se adote o valor mínimo de 8 MPa para a expressão $1,65 S_d$, ou seja, $S_d = 4,85 \text{ MPa}$

2º) Pela curva obtemos a seguinte relação: $a/c = 0,5$

*****Lembrando que sempre deve-se olhar para a curva de 28 dias.

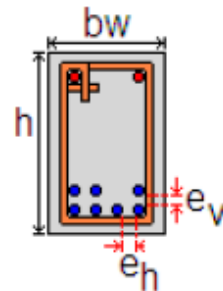
“O concreto a ser dosado deve obedecer aos requisitos em condições especiais de exposição, para isso deve-se consultar a Tabela 6 –NBR 12655 (pag. 52).

Condições em que é necessário um concreto de baixa permeabilidade, portanto, coincidentemente, achamos o $a/c = 0,5$ ”

3º) Como a menor distância entre as armaduras = 35 mm e o cobrimento mínimo = 25 mm, o mais apropriado é usar uma brita de dimensão máxima = 25 mm.

Como indicação para a escolha do diâmetro do agregado graúdo deve-se considerar que ele será o máximo:

- a) 1/4 da menor dimensão entre faces da forma;
- b) 1/3 da espessura das lajes;
- c) 0,8 vezes o espaçamento vertical (e_v) entre armaduras;
- d) 1,2 vezes o espaçamento horizontal (e_h) entre armaduras;
- e) 1/4 do diâmetro da mangueira de bombeamento.



4º) Consulta-se a TABELA 1 (pag 50), para a consistência de 60 a 80 mm tem-se um consumo de água=195 l/m³ de concreto.

5º) Consultando a TABELA 2 e para o areia disponível (Mod. finura =1,8) tem-se $V=0,795$ m³/m³ de concreto.

Pronto, agora com todos os parâmetros definidos pode-se aplicar o ACI adaptado a agregados brasileiros.

1 – Consumo de Cimento

$$\frac{a}{c} = 0,5 \Rightarrow C = \frac{195}{0,5} = 390 \text{ Kg/m}^3$$

2 - Determinar o volume do agregado graúdo, Consultar a Tabela 2 do Caderno Prático (pag. 50). Caso seja necessário realizar interpolação. Temos:

MF	Dmáx (mm)
	25
1,8	0,795

3 - Determinar a massa do agregado Graúdo, através da expressão:

$$M = V \cdot \mu_{\text{Compactado}}$$

$$M = 795 \times 1,49 = 1.184,55 \text{ Kg/m}^3$$

4 - Determinar a massa do agregado miúdo para 1.000 dm³ de concreto.

$$V_c = \frac{M_c}{\rho_c} + \frac{M_a}{\rho_a} + \frac{M_b}{\rho_b} + \text{água} = \frac{390}{3,14} + \frac{M_a}{2,62} + \frac{1.184,55}{2,8} + 195 = 1.000$$

$$M_a = 675,29 \text{ Kg}$$

5 - Finalmente o determinar o traço Unitário.

$$a = \frac{M_a}{M_c} = \frac{675,29}{390} = 1,73 ; b = \frac{M_b}{M_c} = \frac{1184,55}{390} = 3,04 ; X = \frac{M_{\text{água}}}{M_c} = \frac{195}{390} = 0,5$$

Traço > > > 1: 1,73: 3,04: 0,5

AJUSTE DE TRAÇO – PAG. 57

1) O traço 1:1,87:3,63:0,52 determinado em laboratório para a estrutura de um edifício em concreto armado, $f_{ck}=20,0$ MPa, com um consumo aproximado de cimento de 350 kg/m^3 , consistência medida no ensaio do Slump test de $70 + 10\text{mm}$, se encontra a seguir. Os materiais foram medidos em volume, tendo sido considerada a influência do inchamento no agregado miúdo.

Ao virar o concreto na obra, durante a fase de ajuste, observou-se que em cada betonada (2 sacos de cimento) para se atingir a consistência pretendida, o betoneiro mediu 42 l de água. As unidades de areia e de brita foram medidas, correspondendo respectivamente a $h_A = 6,4\%$ e $h_B = 1,0\%$. Podemos continuar a utilizar o mesmo traço? Caso contrário, qual o novo traço para atingir a resistência requerida? Justifique sua resposta.

Resolução:

$$M_c = 100 \text{ Kg}$$

$$M_a = 100 \times 1,87 = 187 \text{ Kg}$$

$$M_b = 100 \times 3,63 = 363 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{água}} = 0,52 \times 100 = 52 \text{ L}$$

$$M_{\text{hareia}} = 187 \times 1,064 = 198,96 \text{ Kg}; M_{\text{água}} = 198,96 - 187 = 11,96 \text{ L}$$

$$M_{\text{hbrita}} = 363 \times 1,01 = 366,63 \text{ Kg}; M_{\text{água}} = 366,63 - 363 = 3,63 \text{ L}$$

$$M_{\text{água}} = 42 + 11,96 + 3,63 = 57,59 \text{ L}$$

$$\bullet \quad A\% = \frac{a/c}{1+(a+b)} \times 100 = \frac{0,52}{1+(1,87+3,63)} \Rightarrow A\% = 8,0\%$$

$$\bullet \quad \text{Novo } A\%$$

$$\text{Novo } a/c = \frac{57,59}{100} = 0,58$$

$$A' \% = \frac{\text{Novo } a/c}{1+(a+b)} \times 100 = \frac{0,58}{1+(1,87+3,63)} \Rightarrow A' \% = 8,9\%$$

$$\bullet \quad \text{Achar a relação materiais seco (M')}.$$

$$M' = \left(\frac{0,52}{8,9} \times 100 \right) - 1 \Rightarrow M' = 4,83\%$$

$$\bullet \quad \text{Traço Areia}$$

$$5,5 (a+b) \dots\dots\dots 100\%$$

$$1,87 (a) \dots\dots\dots X$$

$$X = 34\%$$

$$4,83 (M') \dots\dots\dots 100\%$$

$$a \dots\dots\dots 34\%$$

$$a = 1,64$$

- **Traço da Brita**

5,5100% 4,83 (M')100%
 3,63(b)..... X b.....66 %
 X= 66% **b = 3,19**

- **TRAÇO UNITÁRIO →→→ (1,00: 1,64: 3,19: 0,52)**

3) Qual o traço de concreto a ser adotado para o reservatório da referida obra sabendo-se que o fck é de 25,0 MPa, consistência do concreto de 70 ± 10mm?

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

Materiais	Cimento	Areia	Brita 19mm
Massa específica (kg/dm ³)	3,14	2,63	2,75
Massa unitária (kg/dm ³)	-	1,50	1,40
Umidade (%)	-	4,50	0,80
Inchamento (%)	-	30	-

Resolução:

- $F_{cj} = 25 + 1,65 \times 4,0 \Rightarrow F_{cj} = 31,6 \text{ MPa}$.
- $a/c = 0,59$, (lembrando que o concreto a ser produzido é para reservatório, portanto condições especiais de exposição.)
- Consultando a Tabela 1 (pag 50) Consumo de água = 200 l/m³
- Consumo de Cimento = $200/0,59 = 408,2 \text{ kg}$
- Adota-se para a areia o módulo de finura = 1,8 temos $V_{brita} = 0,770 \text{ m}^3$;
 $M_{brita} = 770 \times 1,40 = 1.078 \text{ Kg}$

$$\bullet \quad V_{conc} = \frac{M_c}{\rho_c} + \frac{M_a}{\rho_a} + \frac{M_b}{\rho_b} + \text{água} = \frac{408,2}{3,14} + \frac{M_a}{2,63} + \frac{1.078}{2,75} + 200 = 1.000$$

Mareia = 731,14Kg

$$\bullet \quad a = \frac{M_a}{M_c} = \frac{731,148}{408,2} = 1,79; \quad b = \frac{M_b}{M_c} = \frac{1.078}{408,2} = 2,64; \quad X = 0,59$$

Traço: (1,00: 1,79: 2,64: 0,59)

LISTA DE EXERCÍCIOS

1 – Para a execução da estrutura do concreto de uma edificação residencial definiu-se o seguinte traço: 1,00: 2,70: 1,97: 1,75: 0,70: 0,0035 (cimento, areia, brita 9,5, brita 25, água e aditivo). Quando da execução das vigas pré-moldadas das garagens, anexas à edificação, que possuem a mesma resistência das demais estrutura de concreto, necessitou-se adicionar 2 litros de água, por betonada de um saco de cimento, para obter a consistência desejada. Faça o ajuste do traço para que ele atenda a consistência requerida, assim como a resistência especificada.

Resolução:

TRAÇO UNITÁRIO: (1,00; 2,70; 1,97; 1,75)

TRAÇO MASSA: (50; 135; 98,5; 87,5; 35) Para 1 saco de cimento.

$$\text{Água} = C \times A/c = 50 \times 0,7 = 35 \text{ dm}^3$$

$$\text{Com a adição: Vágua} = 35 + 2 = 37 \text{ dm}^3$$

$$a/c_{\text{novo}} = \frac{37}{50} = 0,74; \quad A\%_{\text{novo}} = \frac{0,74 \times 100}{1 + 6,42} = 9,97\%$$

$$9,97 = \frac{0,70 \times 100}{1 + m} \Rightarrow m = 6,02$$

$$\% \text{ areia} = \frac{2,70}{6,42} = 0,42$$

$$\text{nova areia} = 6,02 \times 0,42 = 2,53$$

$$\% \text{ brita}_{9,5} = \frac{1,97}{6,42} = 0,31$$

$$\text{nova brita}_{9,5} = 6,02 \times 0,31 = 1,87$$

$$\% \text{ brita}_{25} = \frac{1,75}{6,42} = 0,27$$

$$\text{nova brita}_{25} = 6,02 \times 0,27 = 1,63$$

Novo traço: (1,00; 2,53; 1,87; 1,63; 0,70)

2- O Sr. Afonso, mestre da obra, ao misturar os materiais na betoneira, observou a necessidade de colocar 2,2 litros de água a mais que o estabelecido para que o concreto atingisse a consistência pretendida. Como ele não tem autorização para modificar o traço, faça o ajuste necessário para que o concreto a ser preparado pelo Sr. Afonso atenda à trabalhabilidade e à resistência especificada.

Traço fornecido: Cimento = 50 kg, areia = 119 kg, brita₁₉ = 202,5 kg e água = 29 litros.

Resolução:

Traço em massa: (50; 119; 202,5; 29)

Traço unitário: (1,00; 2,38; 4,05; 0,58)

V_{água} = 29+2=31 **dm³**

$$a/c_{\text{novo}} = \frac{31}{50} = 0,62$$

$$A\%_{\text{novo}} = \frac{0,62 \cdot 100}{1 + 6,43} = \mathbf{8,34\%}$$

$$8,34 = \frac{0,58 \cdot 100}{1 + m} \Rightarrow \mathbf{m = 5,95}$$

$$\% \text{ areia} = \frac{2,38}{6,43} = 0,37$$

$$\text{nova areia} = 5,95 \cdot 0,37 = 2,20$$

$$\% \text{ brita}_{19} = \frac{4,05}{6,43} = 0,63$$

$$\text{nova brita}_{19} = 5,95 \cdot 0,63 = 3,75$$

Novo traço: (1,00; 2,20; 3,75; 0,58)

3 – Qual volume de concreto produzido após uma jornada de trabalho de 8 horas, sabendo-se que traço adotado foi de 1,00:1,85:3,65:0,50: (cimento, areia, brita₁₉ e água) efetuaram-se 4 misturas por hora em betoneiras com capacidade para 2 sacos de cimento?

Resolução:

Traço unitário: (1,00; 1,85; 3,65; 0,50)

Traço em massa: (100; 185; 365; 50)

$$V_{\text{con}} = M_c \times \left(\frac{1}{\rho_c} + \frac{a}{\rho_a} + \frac{b}{\rho_b} + \frac{b_2}{\rho_{b2}} + x \right) = \left(\frac{100}{3,14} + \frac{185}{2,63} + \frac{365}{2,78} + 0,56 \right) = 283,38 \mathbf{dm^3}$$

$$V_{\text{con p/hora}} = 283,38 \cdot 4 = 1133,52 \mathbf{dm^3}$$

$$\mathbf{V_{conc \text{ em 8 horas}} = 9.068,16 \text{ dm}^3}$$

4- Encontre o traço utilizado numa obra em que para cada saco de cimento de 50 kg se coloca:

- 3 caixas de areia com L= 40 cm, h= 35 cm e bases de 28 cm e 43cm;
- 5 caixas de brita₁₉ com L= 40 cm, h= 35 cm e bases de 25 cm e 40cm;
- 23 litros de água cm;

Resolução:

$$V_{\text{areia}} = \frac{(4,3 + 2,8) * 3,5}{2,0} * 4,0 * 3,0 = 149,1 \text{ dm}^3 \text{ (volume úmido)}$$

$$CI = 1,27 \Rightarrow CI = \frac{V_h}{V_s} \Rightarrow V_s = \frac{149,1}{1,27} = 117,40 \text{ dm}^3$$

$$\mu = \frac{M_s}{V_s} \Rightarrow M_s = 1,50 * 117,40 = 176,1 \text{ Kg}$$

$$Ch = 1,04 \Rightarrow Ch = \frac{M_h}{M_s} \Rightarrow M_h = 1,04 * 176,1 = 183,14 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{agua}} = M_h - M_s = 183,14 - 176,1 = 7,04 \text{ Kg}$$

$$V_{\text{brita19}} = \frac{(4,0 + 2,5) * 3,5}{2,0} * 4,0 * 5,0 = 227,5 \text{ dm}^3 \text{ (} V_h = V_s \text{)}$$

$$\mu = \frac{M_s}{V_s} \Rightarrow M_s = 1,42 * 227,5 = 323,05 \text{ Kg}$$

$$Ch = 1,01 \Rightarrow Ch = \frac{M_h}{M_s} \Rightarrow M_h = 1,01 * 323,05 = 326,28 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{água}} = M_h - M_s = 326,28 - 323,05 = 3,23 \text{ Kg}$$

$$\text{Água utilizada} = 23 + 3,23 + 7,04 = 33,27 \text{ Litros.}$$

Traço em massa: (50,0; 176,1; 323,1; 33,3)

Traço unitário: (1,00; 3,52; 6,46; 0,67)

5 – Definiu-se para a fundação de uma determinada edificação o traço: 1: 00: 2,12 : 2,05:2,05: 0,60 : 0,003 (cimento, areia, brita 19 , brita 25, água e aditivo). Concluída a fundação, houve necessidade de ajustar o traço em função da resistência especificada para o concreto da estrutura ser maior que a utilizada. Assim, a relação a/c necessária para atender a condição estabelecida é de

0,50. Faça o ajuste necessário no traço de modo que o concreto permaneça com a mesma trabalhabilidade e garanta a resistência especificada.

Resolução:

Traço unitário: (1,00; 2,12; 2,05; 2,05; 0,60)

$$A\% = \frac{0,60 \cdot 100}{1 + 6,22} = 8,31$$

$$8,31 = \frac{0,50 \cdot 100}{1 + m} \Rightarrow m = 5,02$$

$$\% \text{ areia} = \frac{2,12}{6,22} = 0,34 \quad \text{nova areia} = 5,02 \cdot 0,34 = 1,71$$

$$\% \text{ brita19} = \frac{2,05}{6,22} = 0,33 \quad \text{nova brita19} = 5,02 \cdot 0,33 = 1,66$$

$$\% \text{ brita25} = \frac{2,05}{6,22} = 0,33 \quad \text{nova brita25} = 5,02 \cdot 0,33 = 1,66$$

Novo traço: (1,00; 1,71; 1,66; 1,66; 0,50)

6 - A especificação para a construção de uma estação de esgoto estabelece:

- $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$;
- consumo mínimo de cimento = 400 kg/m³;
- areia grossa com módulo de finura superior a 2,10;
- dimensão máxima do agregado de 19 mm;
- teor de argamassa em volume superior a 610 L/m³;

Quando do início da obra o construtor apresentou o seguinte traço de concreto para aprovação:

Cimento = 401 kg; Areia = 633 kg; Brita 9,5 = 560 kg; Brita 19 = 426 kg; Água = 206 kg e Aditivo plastificante = 0,3%.

Em função do que foi estabelecido faça as considerações pertinentes a respeito do traço fornecido.

Resolução:

Analisando o dados do Construtor temos o seguinte traço:

$$a = \frac{M_a}{M_c} = \frac{633}{401} = 1,58; \quad b_{9,5} = \frac{560}{401} = 1,40; \quad b_{19} = \frac{426}{401} = 1,06; \quad X = \frac{206}{401} = 0,51$$

-Traço do Construtor

$$M_c = \frac{V_c}{\frac{1}{\rho_c} + \frac{a}{\rho_a} + \frac{b}{\rho_b} + \frac{b^2}{\rho_b^2} + x} = \frac{1.000}{\frac{1}{3,14} + \frac{1,58}{2,63} + \frac{1,40}{2,78} + \frac{1,06}{2,78} + 0,51} = 432,13 \text{ Kg/m}^3$$

Logo o Consumo que o Construtor apresentou estar em conformidade com o requerido em projeto.

$$- f_{cj} = 30 + 1,65 \times 4,0 = 36,6 \text{ MPa.}$$

- Analisando a relação a/c, apresentado pelo construtor (0,51), encontramos na curva de abrams um f_{cj} de 40,0 MPa, portanto maior que o necessário.

- Analisando o volume de brita, o construtor usou:

$$V_{b9,5} = \frac{M_s}{\mu} = \frac{560}{1,40} = 400 \text{ dm}^3 \qquad V_{b19,0} = \frac{M_s}{\mu} = \frac{426}{1,42} = 300 \text{ dm}^3$$

$$\Sigma V_b = 700 \text{ dm}^3$$

Pela Tabela 2 e modulo de finura maior 2,1 o volume de agregado graúdo deverá ser menor que 730 dm³. Portanto o construtor foi coerente.

- Analisando a O teor de argamassa

$$\text{Argamassa} = \frac{M_c}{\rho_c} + \frac{M_a}{\rho_a} + V_{\text{água}} = \frac{401}{3,15} + \frac{633}{2,63} + 206 \Rightarrow \text{Argamassa} = 573,99 \text{ l/m}^3$$

Portanto o Construtor pecou neste quesito, ou seja não atendeu as especificação do Volume mínimo de Argamassa..

7 - Uma obra produzia concreto utilizando o traço 1,00: 1,90:3,65:0,49: (cimento, areia, brita¹⁹ e água) para execução de uma pavimentação de 600 m² com espessura de 20 cm. No decorrer da execução do serviço o encarregado pediu mais 40 sacos de cimento para concluir a obra. Se haviam sido comprados 840 sacos, verifique se o pedido pode ser justificado.

Resolução:

$$V_{\text{conc.}} = 60.000 \text{ dm}^3 \times 2,0 \text{ dm}^3 = 120.000 \text{ dm}^3$$

$$M_c = \frac{V_c}{\frac{1}{\rho_c} + \frac{a}{\rho_a} + \frac{b}{\rho_b} + \frac{b^2}{\rho_b^2} + x} = \frac{1000}{\frac{1}{3,15} + \frac{1,90}{2,63} + \frac{3,65}{2,78} + 0,49} = 351,76 \text{ Kg /m}^3 \text{ de concreto}$$

$$M_{\text{total cimento}} = 120 * 351,76 = 42.211,2 \text{ Kg}$$

$$\text{Quantidade de sacos} = 42.211,2/50 = 844,2 \approx 845 \text{ sacos de cimento.}$$

O pedido não pode ser justificado, visto que necessitaria de apenas mais 5 sacos, uma vez que já haviam sido comprado 840 sacos.

8 – A partir das misturas experimentais apresentadas, encontre o traço mais adequado para um concreto de $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$, a ser lançado e adensado por processo convencional. As britas são compatíveis com as condições de projeto. Justifique a escolha da mistura.

Material (kg)	M1	M2	M3
Cimento	2500	2500	3000
Areia	4000	4750	5250
B _{9,5}	---	---	3900
B ₁₉	4250	3100	5850
B ₂₅	4250	4650	-
Água	1150	1380	1440
Slump	75 mm	120 mm	80 mm

Resolução:

$$f_{cj} = 25 + 1,65 \times 4,0 = 31,6 \text{ MPa}$$

$$a/c = 0,6$$

Mistura 1 > > > (1,00: 1,60: 1,7: 1,7: 0,46)

$$M_c = \frac{V_c}{\frac{1}{\rho_c} + \frac{a}{\rho_a} + \frac{b}{\rho_b} + \frac{b_2}{\rho_{b2}} + x} = \frac{1000}{\frac{1}{3,15} + \frac{1,60}{2,63} + \frac{1,7}{2,78} + \frac{1,7}{2,78} + 0,46} = 383,3 \text{ Kg/m}^3$$

Mistura 2 > > > (1,00:1,90: 1,24: 1,86: 0,55)

$$M_c = \frac{V_c}{\frac{1}{\rho_c} + \frac{a}{\rho_a} + \frac{b}{\rho_b} + \frac{b_2}{\rho_{b2}} + x} = \frac{1000}{\frac{1}{3,15} + \frac{1,90}{2,63} + \frac{1,24}{2,78} + \frac{1,86}{2,78} + 0,55} = 369,69 \text{ Kg/m}^3$$

Mistura 3 > > > (1,00: 1,75: 1,30: 1,95: 0,48)

$$M_c = \frac{V_c}{\frac{1}{\rho_c} + \frac{a}{\rho_a} + \frac{b}{\rho_b} + \frac{b_2}{\rho_{b2}} + x} = \frac{1000}{\frac{1}{3,15} + \frac{1,75}{2,63} + \frac{1,30}{2,78} + \frac{1,95}{2,78} + 0,48} = 379,95 \text{ Kg/m}^3$$

Observando os consumos de cimento, o que apresentou o menor (mais econômico) foi a mistura 2. Portanto a melhor mistura a ser executada. Todas as misturas apresentaram o f_{ck} acima de projeto, pois o a/c foi menor que 0,6.