

**Assunto: Caracterização de Agregados**

**Granulometria – NBR NM 248 (ABNT, 2003)**

**DEFINIÇÕES:**

**Composição Granulométrica:** proporção relativa das massas dos diferentes tamanhos dos grãos que constituem o agregado, expressa em percentagem.

**Porcentagem Retida:** percentagem em massa, em relação à amostra total do agregado, que fica retida numa determinada peneira, tendo passado pela peneira da série normal ou intermediária imediatamente superior.

**Porcentagem Retida Acumulada:** soma das percentagens retidas nas peneiras de abertura de malha maior e igual a uma determinada peneira.

**Curva Granulométrica:** representação gráfica das percentagens retidas acumuladas em cada peneira em relação à dimensão da abertura de sua malha. A percentagem retida acumulada é representada em escala natural (ordenada) e a abertura da peneira em escala logarítmica (abscissa).

**Dimensão Máxima Característica:** grandeza correspondente à abertura nominal, em milímetro, da malha da peneira da série normal ou intermediária, na qual o agregado apresenta uma percentagem retida acumulada, em massa, igual ou imediatamente inferior a 5%.

**Módulo de finura:** soma das percentagens retidas acumuladas em massa de agregado, em todas as peneiras da série normal, dividida por 100. O módulo de finura é uma grandeza adimensional e deverá ser apresentado com aproximação de 0,01.

**Série de Peneiras Normal e Intermediária:** conjunto de peneiras sucessivas caracterizadas pela abertura da malha.

	<i>Série Normal</i>	<i>Série Intermediária</i>
	75 mm	--
	--	63 mm
	--	50 mm
	37,5 mm	--
	--	31,5 mm
	--	25 mm
	19 mm	--
	--	12,5 mm
	9,5 mm	--
	--	6,3 mm
	4,75	--
	2,36	--
	1,18	--
	600 µm	--
	300 µm	--
	150 µm	--

↑ Agregado Graúdo  
 ↓ Agregado Miúdo

**APARELHAGEM:**

- Balança com resolução de 0,1 % da massa da amostra de ensaio;
- Estufa para secar a amostra;
- Peneiras da série normal e intermediária, com tampa e fundo;
- Pincel ou escova.

**PROCEDIMENTO:**

- A amostra para o ensaio deverá ser colhida no canteiro de obra, tendo-se o cuidado de colher material de diferentes locais onde o agregado está armazenado, tendo em vista sempre sua representatividade;
- No laboratório, a amostra deverá ser colocada em estufa para posterior quarteamento. Este procedimento garantirá uma amostra representativa. O ensaio deverá ser realizado com duas amostras.
- A massa mínima, por amostra de ensaio é estimada de acordo com a tabela abaixo, onde a DMC é estimada. Após o ensaio, deve-se verificar se houve compatibilidade entre a DMC real com as massas utilizadas nas amostras.

Dimensão máxima do agregado(mm)	Massa mínima da amostra (kg)
< 4,75	0,3*
9,5	1
12,5	2
19	5
25	10
37,5	15
50	20
63	35
75	60
90	100
100	150
125	300

*\* Após secagem*

- Encaixam-se as peneiras observando-se a ordem crescente (base para topo) da abertura das malhas.
- Coloca-se a amostra na peneira superior e executa-se o peneiramento, que pode ser manual ou mecânico.
- Pesa-se o material que ficou retido em cada peneira. Procede-se novamente o peneiramento até que, após 1 minuto de agitação contínua, a massa de material passante pela peneira seja inferior a 1% do material retido.
- Confere-se a massa total do material retido nas peneiras e no fundo com a massa seca inicial da amostra. A diferença não pode ultrapassar 0,3% da massa inicial. A diferença pode ter sido causada ou por perda de material ou por questão de sensibilidade da balança utilizada no ensaio.

RESULTADOS:

AREIA - Massa seca da amostra:

Abertura das peneiras (mm)	AMOSTRA			NBR 7211 (2005)			
	Massa retida (g)	Média Retida (%)	Média Retida Acumulada (%)	Retida Acumulada (%) - em massa			
				Limites inferiores		Limites Superiores	
				Z. utilizável	Z. ótima	Z. ótima	Z. utilizável
4,75				0	10	20	25
2,36				5	20	30	50
1,18				15	35	55	70
0,6				50	65	85	95
0,3				85	90	95	100
0,15				100	100	100	100
Fundo				-	-	-	-
<b>Módulo de Finura</b>				1,55 - 2,20	2,2	2,9	2,90 - 3,50
<b>Dimensão Máxima (mm)</b>							

Observações:

- O somatório de todas as massas retidas nas peneiras e no fundo não pode diferir mais de 0,3% da massa inicial da amostra;
- A porcentagem retida em cada peneira, por amostra, deve ser apresentada com aproximação de 0,1%
- As amostras devem apresentar necessariamente a mesma dimensão máxima característica;
- Para uma mesma peneira, os valores da porcentagem retida não devem diferir mais de quatro unidades entre as amostras;
- As porcentagens médias retida e acumulada devem ser apresentadas com aproximação de 1%.

A classificação do agregado será verificada nas tabelas em anexo:

1. Classificação dos agregados miúdos

Peneira ABNT (mm)	Porcentagem, em massa, retida acumulada na peneira ABNT			
	Zona 1 Fina	Zona 2 Média Fina	Zona 3 Média Grossa	Zona 4 Grossa
9,5	0	0	0	0
6,3	0 a 3	0 a 7	0 a 7	0 a 7
4,8	0 a 5 <sup>A</sup>	0 a 10	0 a 11	0 a 12
2,4	0 a 5 <sup>A</sup>	0 a 15 <sup>A</sup>	0 a 25 <sup>A</sup>	5 <sup>A</sup> a 40
1,2	0 a 10 <sup>A</sup>	0 a 25 <sup>A</sup>	10 <sup>A</sup> a 45 <sup>A</sup>	30 <sup>A</sup> a 70
0,6	0 a 20	21 a 40	41 a 65	66 a 85
0,3	50 a 85 <sup>A</sup>	60 <sup>A</sup> a 88 <sup>A</sup>	70 <sup>A</sup> a 92 <sup>A</sup>	80 <sup>A</sup> a 95
0,15	85 <sup>B</sup> a 100	90 <sup>B</sup> a 100	90 <sup>B</sup> a 100	90 <sup>B</sup> a 100

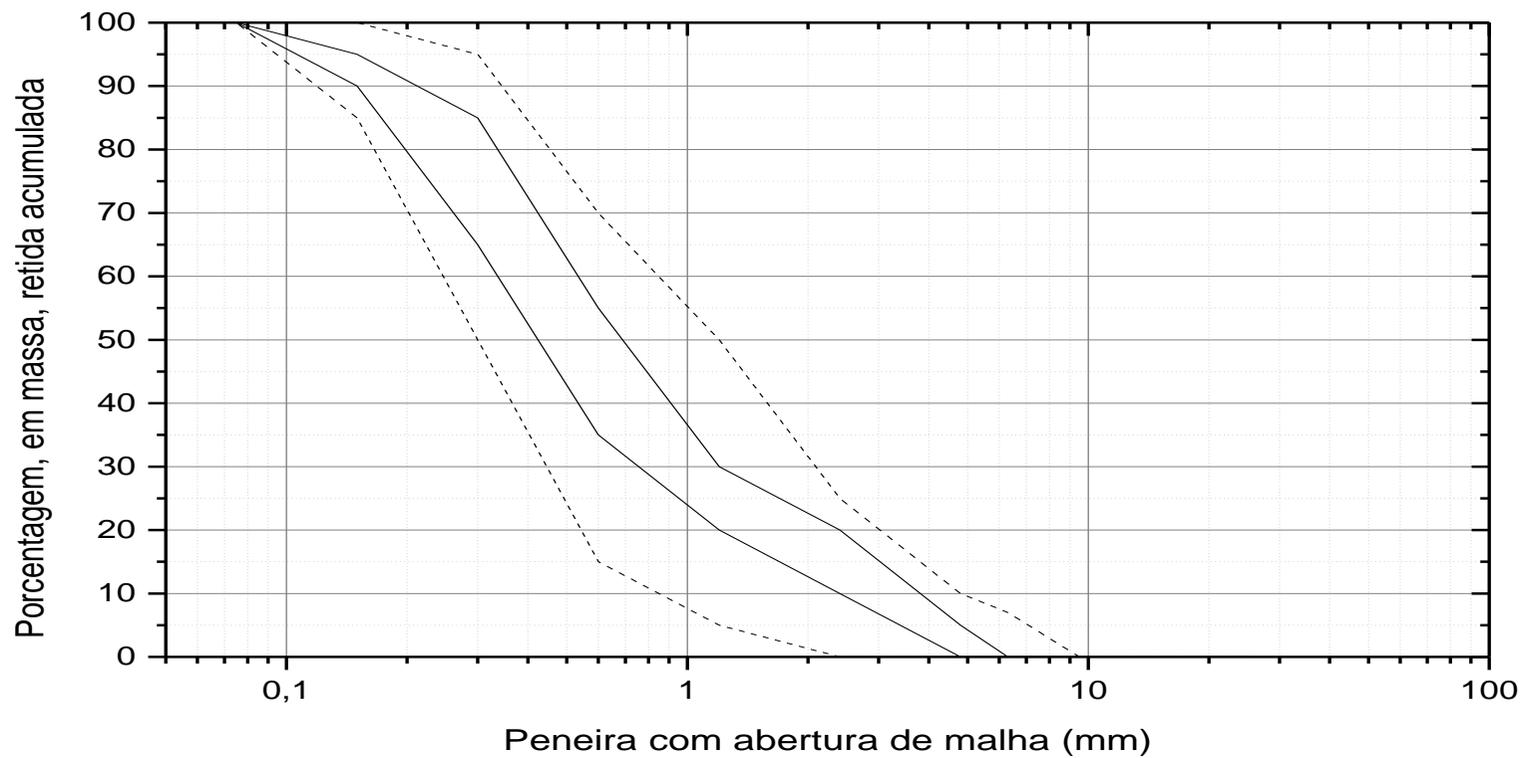
2. Limites da distribuição granulométrica dos agregados miúdos

Peneira com abertura de malha (ABNT NBR ISSO 3310-1)	Porcentagem , em massa, retida acumulada			
	Limites inferiores		Limites superiores	
	Zona utilizável	Zona ótima	Zona ótima	Zona utilizável
9,5 mm	0	0	0	0
6,3 mm	0	0	0	7
4,75 mm	0	0	5	10
2,36 mm	0	10	20	25
1,18 mm	5	20	30	50
0,6 mm	15	35	55	70
0,3 mm	50	65	85	95
0,15 mm	85	90	95	100

<sup>1</sup>O módulo de finura da zona ótima varia de 2,2 a 2,9

<sup>2</sup>O módulo de finura da zona utilizável inferior 1,55 a 2,2

<sup>3</sup>O módulo de finura da zona utilizável superior varia de 2,9 a 3,5



Distribuição granulométrica dos agregados

## Determinação da massa unitária – NBR 16972 (ABNT, 2021)

### OBJETIVO

Este ensaio tem como objetivo a determinação da massa unitária de agregados, grãos e miúdos.

### APLICAÇÃO

A massa unitária é utilizada para conversão de traços, de concretos e argamassas, de massa para volume.

### DEFINIÇÃO – Massa Unitária em Estado Solto

É a razão entre a massa de um agregado lançado em um recipiente e o volume deste recipiente.

### APARELHAGEM

- Balança com resolução de 50 g;
- Recipiente cilíndrico metálico, com volume conforme TABELA 1 abaixo;

TABELA 1

D <sub>máx</sub> do agregado (mm)	Dimensões mínimas		
	Capacidade mínima (dm <sup>3</sup> )	Diâmetro interior (mm)	Altura interior (mm)
$d \leq 37,5$	10	220	268
$37,5 < d \leq 50$	15	260	282
$50 < d \leq 75$	30	360	294

- Pá ou concha;
- Régua niveladora;
- Estufa capaz de manter a temperatura no intervalo de  $105 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ ;

### RECOMENDAÇÕES

- A amostra a ser ensaiada deverá ter no mínimo o dobro do volume do recipiente utilizado;
- Secar amostra de agregado até massa constante.

### PROCEDIMENTO

- Determinar e registrar a massa do recipiente vazio;
- Encher o recipiente até que o mesmo transborde, utilizando uma pá ou concha, despejando o agregado de uma altura que não supere 50 mm acima da borda superior do recipiente. Evitar a segregação dos agregados que compõem a amostra;
- Nivelar a camada superficial do agregado com as mãos ou utilizando uma espátula, de forma a rasá-la com a borda superior do recipiente;
- Determinar e registrar a massa do recipiente mais seu conteúdo.



## RESULTADOS

- Deve-se realizar pelo menos três determinações de massa unitária, adotando-se como resultado a média entre estas;
- Os resultados individuais de cada ensaio não devem apresentar desvios maiores que 1% em relação a média;
- A massa unitária é dada em  $\text{kg/m}^3$ , com aproximação de  $0,01 \text{ Kg/m}^3$ .

FÓRMULA:  $\rho = (m_{ar} - m_r)/V$

Onde:

$\rho$  – massa unitária do agregado, em  $\text{kg/m}^3$ ;  
 $m_{ar}$  – é a massa do recipiente mais o agregado, em kg;  
 $m_r$  – é a massa do recipiente vazio, em kg;  
 $V$  – é o volume do recipiente, em  $\text{m}^3$ .



**Determinação da massa específica de agregados**  
**Agregado Miúdo - NBR NM 16916 (ABNT, 2021)**  
**Agregado Graúdo - NBR NM 16917 (ABNT, 2021)**

**OBJETIVO**

Este ensaio tem como objetivo a determinação da massa específica dos agregados miúdos e graúdos, destinados a serem usados em concreto.

**DEFINIÇÃO**

**Massa específica:** Relação entre a massa do agregado seco e seu volume, excluindo os poros permeáveis.

**APARELHAGEM**

- Balança com capacidade para 1 kg e resolução de 0,1 g;
- Concha ou colher;
- Bureta com água para realizar o ensaio.

**AMOSTRA**

- As amostras de agregados para ensaio devem ser constituídas por 500 g (m), obtidas por quarteamento;

**PROCEDIMENTO**

- Registrar a leitura inicial de água na bureta graduada ( $V_0$ ), em  $\text{cm}^3$ ;
- Encher frasco com os agregados e registrar o volume deslocado ( $V_f$ );

**RESULTADOS**

- Deve-se realizar duas determinações de massa específica, adotando-se como resultado a média entre estas;
- Os resultados individuais de cada ensaio não devem diferir em mais de  $0,02 \text{ g/cm}^3$
- A massa específica é dada em  $\text{g/cm}^3$ , com aproximação de  $0,01 \text{ g/cm}^3$ .

**FÓRMULAS:**

$$d = m/(V_f - V_i)$$

Onde:

d – massa específica do agregado, em  $\text{g/cm}^3$ ;

m – massa da amostra, em g;

$V_i$  – volume inicial de água na bureta, em  $\text{cm}^3$ ;

$V_f$  – volume final de água deslocada na bureta, em  $\text{cm}^3$ ;



## **Determinação do inchamento da areia NBR 6467 (ABNT, 2009)**

### PROCEDIMENTO

- 3 amostras de areia, com 100g de massa, obtidas por quarteamento;
- Para observação no inchamento das amostras, colocar o material em buretas pequenas e acrescentar 3% e 6% de umidade em duas das amostras. Para análise visual teremos uma amostra seca, uma amostra com 3% de umidade e outra com 6%.

### APARELHAGEM

- 3 buretas ou 3 béqueres de 100 ml;
- 2 béqueres de 50 ml;
- 1 Colher;
- 1 Forma ou bacia.

Análise Visual.

## Assunto: Aglomerantes

### 1. OBJETIVO

Os procedimentos realizados em laboratório visam proporcionar maior contato com os materiais de construção bem como consolidar os conceitos abordados em sala de aula, contribuindo assim para a formação acadêmica dos alunos.

### 2. ATIVIDADES A SEREM REALIZADAS

#### 2.1 Finura do Cimento (NBR 11579-2013)

A finura do cimento pode ser um indicativo da qualidade e validade do mesmo. Cimento mal armazenado tende a “empreender” tornando-se impróprio para o uso. Além disso, a finura está diretamente relacionada ao poder de reação do cimento com a água.

Por esta razão as normas estimam valores mínimos para a finura de cimento, que podem ser verificados através do procedimento de peneiramento de 50g de cimento, na peneira número 200 (0,075mm).

##### 2.1.1 Objetivo

Esta norma prescreve o método de ensaio para a determinação da finura de cimento Portland com o emprego da peneira 75  $\mu\text{m}$  (n° 200), pelo procedimento manual.

##### 2.1.2 Aparelhagem

- A balança deve apresentar resolução de 0,01 g;
- Peneira n° 200;
- Pincel de tamanho médio de cerdas de náilon ou naturais com largura de 30mm a 35mm.
- Uma flanela pequena, limpa e seca;
- Bastão;
- Cronômetro com resolução de 1 s;
- Recipiente para armazenar o resíduo retido.

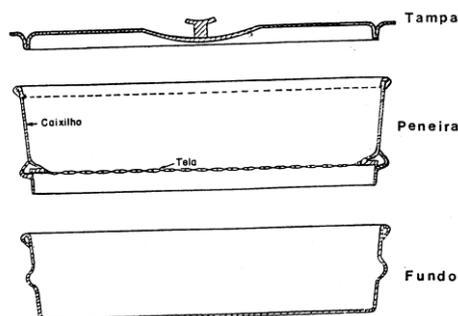


Figura - Seção transversal da peneira com acessórios



### 2.1.3 Peneiramento

#### - Eliminação de finos

A peneira deve estar seca, limpa e encaixada no fundo. Colocar 50 g (M) de cimento sobre a tela da peneira. Deve-se evitar qualquer perda de material. Peneirar até que os grãos mais finos passem quase que totalmente pelas malhas da tela, o que geralmente ocorre no intervalo entre 3 minutos e 5 minutos.

#### - Etapa Intermediária

Tampar a peneira, retirar o fundo e dar golpes suaves no rebordo exterior do caixilho com o bastão para desprender as partículas aderidas à tela e ao caixilho da peneira. Limpar com o auxílio do pincel médio toda a superfície inferior da tela da peneira encaixando-a no fundo após a limpeza deste com a flanela. Retirar a tampa e continuar o peneiramento por mais 60 segundos. No final do período, colocar a tampa e limpar a tela e o fundo como indicado anteriormente. O material passante deve ser desprezado.

#### - Transferência do resíduo

O cimento retido na peneira deve ser transferido para um recipiente a fim de ser pesado, tomando-se o cuidado de limpar com o pincel médio ambos os lados da tela para garantir a remoção e tomada de todo o material retido pela peneira. A pesagem desse resíduo (R) deve ser feita com precisão de 0,01 g.

### 2.1.4 Resultados

Calcular o índice de finura do cimento pela expressão:

$$F = RC/M * 100$$

Onde:

F = índice de finura do cimento, em porcentagem

R = resíduo do cimento na peneira 75 µm, em g

M = massa inicial do cimento, em g

C = fator de correção da peneira utilizada no ensaio. Considere fator de correção 0,95.

- A diferença entre dois resultados individuais obtidos, a partir de uma mesma amostra submetida ao ensaio e por um mesmo operador utilizando o mesmo equipamento em curto intervalo de tempo, não deve ultrapassar 0,4% em valor absoluto;

## 2.2 Massa específica do cimento (NBR 16605 – 2017)

A massa específica é uma propriedade utilizada para o cálculo do consumo de material por metro cúbico de argamassa ou concreto, permitindo calcular o custo desses materiais. O ensaio é realizado dividindo-se o peso de uma massa de cimento pelo volume real dos seus grãos. Para tanto deve ser utilizado o frasco de Lê Chatelier, conforme será desenvolvido na aula.





- Tomar uma massa conhecida do material em ensaio, com aproximação de 0,01 g, que provoque o deslocamento do líquido no intervalo compreendido entre as marcas de 18 cm<sup>3</sup> e 24 cm<sup>3</sup>, da escala graduada do frasco de “Le Chatelier”. NOTA: No caso de ensaio de cimento Portland a massa necessária de material é de aproximadamente 60 g;
- Introduzir o material em pequenas porções no frasco, com o auxílio do funil de haste curta, atentando para que não ocorra aderência de material nas paredes internas do frasco, acima do nível do líquido;
- Tampar o frasco e girá-lo em posição inclinada, ou suavemente em círculos horizontais, até que não subam bolhas de ar para a superfície do líquido;
- Registrar a leitura final (V2) com aproximação de 0,1 cm<sup>3</sup>.

#### 2.4.6 Resultados

- A massa específica do material deve ser calculada pela seguinte fórmula:

$$\rho = m/V$$

Onde:

$\rho$  = é a massa específica do material ensaiado, em gramas por centímetro cúbico;

$m$  = é a massa do material ensaiado, em gramas;

$V$  = é o volume deslocado pela massa do material ensaiado ( $V2 - V1$ ), em centímetros cúbicos.

- O resultado deve ser a média de pelo menos duas determinações que não difiram entre si em mais do que 0,01 g/cm<sup>3</sup>.
- O resultado deve ser expresso com duas casas decimais.
- A diferença entre os dois resultados individuais, obtidos a partir de uma mesma amostra submetida ao ensaio, por um mesmo operador, utilizando o mesmo equipamento em curto intervalo de tempo, não deve ultrapassar 0,02 g/cm<sup>3</sup>.



ENSAIOS FÍSICOS DE AGLOMERANTES – CIMENTO PORTLAND

Interessado:.....

Marca:..... Tipo:

Saco  Granel  Classe:

Observações: .....

FINURA NA PENEIRA ABNT Nº 200 (NBR 11579)			Data:	Operador:
Peneira nº		Temperatura ambiente:		
Peso Amostra (g)	Peso retido (g)	% retida	Fatores de correção	Finura (%)

MASSA ESPECÍFICA (NBR NM 23)		Data:	Operador:
Frasco de Chatelier nº		Temperatura ambiente:	
Peso da amostra (g)	Leitura de volumes (cm <sup>3</sup> )	Volume adotado (cm <sup>3</sup> ) (V2 – V1)	Massa específica (g/ m <sup>3</sup> )
	Inicial (V1):		
	Final (V2):		
	Inicial (V1):		
	Final (V2):		



## **Assunto: Dosagem e Aplicação de Argamassas**

### OBJETIVO:

Os procedimentos realizados em laboratório visam proporcionar maior contato com os materiais de construção, bem como consolidar os conceitos teóricos abordados em sala de aula, contribuindo assim para a formação acadêmica dos alunos.

### ATIVIDADES A SEREM REALIZADAS:

**1) Dosagem da argamassa:** A realização da dosagem de uma argamassa é um fator primordial para o desenvolvimento das características de desempenho do compósito. A definição do traço de uma argamassa, isto é, a escolha da quantidade de cada um dos materiais constituintes na mistura, tais como cimento, cal, agregado miúdo, aditivos, adições, etc., depende da finalidade na qual a mesma será empregada, bem como a sua forma de aplicação. Além disso, a realização de uma dosagem incorreta pode originar manifestações patológicas nas estruturas.

**2) Ensaio de consistência (NBR 13276/2016):** A consistência é a maior ou menor facilidade da argamassa deformar-se sob ação de cargas. Neste ensaio normatizado, será avaliado o índice de consistência de cada uma das argamassas avaliadas em aula.

A definição das propriedades como a consistência e a plasticidade da mistura, são essenciais para a avaliação da trabalhabilidade do material. A trabalhabilidade é um parâmetro extremamente importante e que exerce grande influência no processo executivo da argamassa.

O ensaio do índice de consistência seguirá as recomendações da norma brasileira NBR 13276 (2002).

### **3) Processo executivo das argamassas:**

Serão dosadas diferentes argamassas de assentamento, às quais serão avaliadas quanto ao índice de consistência. Além disso, cada argamassa dosada será utilizada para assentamento de tijolos cerâmicos, buscando cumprir com a espessura da argamassa recomendada (1,5 mm a 2 mm) e com o nivelamento requerido nesta etapa de execução. Também serão moldados 2 corpos de prova por tipo de argamassa para posterior ensaio de resistência à compressão. A turma será dividida em grupos, onde cada grupo ficará responsável por dosar um tipo diferente de argamassa:

- GRUPO 1:
  - Argamassa de cimento: traço 1:3 (em volume de materiais secos). Consistência fixa de  $28 \pm 2$  cm. Acertar consistência na água de mistura. Volume Dosador – 250 ml
  - Argamassa de cimento e cal: traço 1:1:6 (em volume de materiais secos). Consistência fixa de  $28 \pm 2$  cm. Acertar consistência na água de mistura. Volume Dosador – 250 ml
- GRUPO 2:
  - Argamassa de cimento: traço 1:6 (em volume de materiais secos). Consistência fixa de  $28 \pm 2$  cm. Acertar consistência na água de mistura. Volume Dosador – 250 ml
  - Argamassa de cimento e cal: traço 1:1:6 (em volume de materiais secos). Consistência fixa de  $28 \pm 2$  cm. Acertar consistência na água de mistura. Volume Dosador – 250 ml

- GRUPO 3:
  - Argamassa de cimento: traço 1:3 (em volume de materiais secos). Consistência fixa de  $28 \pm 2$  cm. Acertar consistência na água de mistura. Volume Dosador – 250 ml
  - Argamassa de cimento e cal: traço 1:2:9 (em volume de materiais secos). Consistência fixa de  $28 \pm 2$  cm. Acertar consistência na água de mistura. Volume Dosador – 250 ml
- GRUPO 4:
  - Argamassa de cimento: traço 1:6 (em volume de materiais secos). Consistência fixa de  $28 \pm 2$  cm. Acertar consistência na água de mistura. Volume Dosador – 250 ml.
  - Argamassa de cimento e cal: traço 1:2:9 (em volume de materiais secos). Consistência fixa de  $28 \pm 2$  cm. Acertar consistência na água de mistura. Volume Dosador – 250 ml
- GRUPO 5:
  - Argamassa de cimento: traço 1:6 (em volume de materiais secos). Consistência fixa de  $28 \pm 2$  cm. Acertar consistência na água de mistura. Volume Dosador – 250 ml
  - Argamassa de cimento com Alvenarit/Plastilit. Consistência fixa de  $28 \pm 2$  cm. Traço e teor de aditivo de acordo com especificações do fabricante. Acertar consistência na água de mistura.

#### APARELHAGEM:

- Aparelho para medida da consistência: constituído por uma mesa metálica horizontal com uma haste fixada em um centro, a qual, dirigida por um guia conveniente, recebe, de um excêntrico, movimento ascendente e vertical, de 14 mm de curso;
- Fôrma para consistência: deve ser de formato tronco-cônico; deve ter espessura suficiente para não deformar durante a moldagem do corpo de prova e com o uso;
- Recipiente metálico para confecção da argamassa;
- Soquete Metálico, espátula e balança
- Forma prismática para moldagem dos corpos de prova de argamassa.

#### PROCEDIMENTO PARA ENSAIO DO ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA – NBR 13276/2016:

- Antes de iniciar a execução desta determinação, limpar o tampo da mesa para índice de consistência e a parede do molde tronco-cônico com um pano ou esponja umedecidos, de modo que as superfícies fiquem ligeiramente úmidas;
- Logo após a preparação da argamassa, utilizá-la para encher o molde tronco-cônico, colocado de modo centralizado sobre a mesa para índice de consistência. Enquanto um operador segura o molde firmemente, outro deve enchê-lo em três camadas sucessivas, com alturas aproximadamente iguais, e aplicar em cada uma delas, respectivamente, 15, 10 e 5 golpes com o soquete, de maneira a distribuí-las uniformemente. Se houver necessidade, completar o volume do molde com mais argamassa;



URI - Universidade Regional Integrada  
Campus de Erechim  
Curso de Engenharia Civil  
Apostila – Práticas de Laboratório  
Prof.<sup>a</sup> Cristina Vitorino da Silva

- O rasamento da argamassa deve ser realizado passando a régua metálica rente à borda do molde tronco-cônico, com movimentos curtos de vai-e-vem ao longo de toda a superfície. Eliminar qualquer partícula em volta do molde com pano ou esponja úmidas.
- Acionar a manivela da mesa para índice de consistência, de modo a que a mesa suba e caia 30 vezes em 30 s de maneira uniforme;
- Imediatamente após a última queda da mesa, medir com o paquímetro o espalhamento do molde tronco-cônico original de argamassa. Estas medidas devem ser realizadas em três diâmetros tomados em pares de pontos uniformemente distribuídos ao longo do perímetro. Registrar as três medidas;
- O índice de consistência da argamassa corresponde à média das três medidas de diâmetro, expressa em milímetros e arredondada ao número inteiro mais próximo.



## **Assunto: DOSAGEM DE CONCRETOS CONVENCIONAIS (MÉTODO IPT/EPUSP)**

### **1. OBJETIVO**

Os procedimentos realizados em laboratório visam proporcionar maior contato com os materiais de construção, bem como consolidar os conceitos teóricos abordados em sala de aula, contribuindo assim para a formação acadêmica dos alunos.

### **2. ATIVIDADES A SEREM REALIZADAS**

#### **2.1 Dosagem de concreto**

A realização da dosagem de um concreto é um fator primordial para o desenvolvimento das características de desempenho do compósito. A definição do traço do concreto visa proporcionar os materiais constituintes da forma mais econômica possível, a qual atenda as especificações de projeto, bem como as características de durabilidade desejadas.

Neste sentido, a etapa de dosagem dos materiais constituintes é subdividida em duas grandes etapas. A primeira etapa engloba a fase de definição dos materiais a serem empregados na dosagem, onde é realizada uma seleção criteriosa dos materiais, tais como cimento, agregados miúdo e graúdo, água, e, quando necessário, adições e aditivos. Enquanto que a segunda fase é a etapa de proporcionamento dos materiais, onde será definida a quantidade ideal de cada um dos materiais na mistura.

#### **2.2 Método do IPT/EPUSP – Concreto Convencional**

Existem diferentes tipos de métodos de dosagem, os quais levam em consideração parâmetros distintos para o proporcionamento dos materiais constituintes do concreto. Contudo, devido à facilidade e sua elevada empregabilidade, utilizaremos o Método de Dosagem do IPT/EPUSP, que é um método totalmente experimental, desenvolvido por Helene e Terzian, em 1992.

#### **2.4 Ensaios no Estado Fresco**

##### **2.4.1 Ensaio de abatimento do concreto - NBR NM 67 (ABNT, 1998)**

A trabalhabilidade do concreto é uma das principais propriedades do material em seu estado fresco. Tal propriedade deve ser estabelecida em função de diferentes parâmetros não só relacionados ao concreto, como por exemplo, a durabilidade e a resistência mecânica, mas também com características relacionadas com o processo construtivo, como a forma de lançamento, adensamento e acabamento do concreto.

##### **2.4.2 Massa específica do concreto - NBR 9833 (ABNT, 2009)**

Propriedade medida com a finalidade de ser empregada para o cálculo do consumo de cimento por m<sup>3</sup> de concreto. Tem importância substancial na resistência mecânica dos concretos, uma vez que determina a compactação do material, indicando se o mesmo apresenta uma maior ou menor quantidade de poros permeáveis.

#### **2.5 Ensaio de resistência mecânica - NBR 5739 (2018)**

A fim de avaliar as características mecânicas do concreto, tal como o método de dosagem específica, serão moldados corpos de prova para a avaliação da resistência à compressão uniaxial dos concretos dosados. Este ensaio será realizado aos 28 dias para o concreto convencional. Estes resultados auxiliarão no desenvolvimento dos gráficos de dosagem dos concretos dosados.

**MÉTODO IPT/EPUSP – Determinação do teor ideal de argamassa ( $\alpha$ ) – Traço 1:5**

**Agregado graúdo na mistura: 20 kg (valor fixo) / m = 5**

Teor de argamassa ( $\alpha$ )	Traço unitário 1:a:p	Traço massa 1:a:p	Quantidade de areia (kg)		Quantidade de cimento (kg)	
			Massa total	Acréscimo	Massa total	Acréscimo
38%	1:1,28:3,72	5,38:6,88:20	6,88		5,38	
40%	1:1,4:3,6	5,55:7,78:20	7,78	0,9	5,55	0,17
42%	1:1,54:3,48	5,75:8,85:20	8,85	1,07	5,75	0,2
44%	1:1,64:3,36	5,95:9,76:20	9,76	0,91	5,95	0,2
46%	1:1,76:3,24	6,17:10,86:20	10,86	1,1	6,17	0,22
48%	1:1,88:3,12	6,41:11,53:20	11,53	0,67	6,41	0,24
50%	1:2:3	6,67:13,33:20	13,33	0,65	6,67	0,13
52%	1:2,12:2,88	6,94:14,72:20	14,72	0,71	6,94	0,14
54%	1:2,24:2,76	7,25:16,23:20	16,23	0,77	7,25	0,16
56%	1:2,36:2,64	7,56:17,88:20	17,88	0,84	7,56	0,15

**Fórmulas básicas**

$$\alpha(\%) = \frac{1+a}{1+m} \cdot 100 \text{ - teor de argamassa ; } m = a + p \text{ agregados secos totais}$$

$$\text{Relação água/materiais secos (H): } H(\%) = \frac{\text{água / cimento}}{1+m} \cdot 100$$

$$\text{Consumo de cimento: } C = \frac{\gamma(\text{kg} / \text{m}^3)}{1+a+p+a/c} \quad \text{a= areia; p=pedra; a/c=relação água/cimento}$$

**1) Determinação do teor ideal de argamassas para o Traço 1:5**

$\alpha$  ideal= \_\_\_\_\_ %

Desdobramento do traço 1:5 = 1: \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

**Quantidade de materiais**

Brita: 20 kg

Cimento: \_\_\_\_\_ Kg

Areia: \_\_\_\_\_ Kg

Água = \_\_\_\_\_ Kg

Abatimento (mm) = \_\_\_\_\_

**Calcular:** - Relação água/cimento (a/c) =

- Relação água/materiais secos (H) =



**Massa específica do concreto fresco ( $\gamma$ ) e consumo de cimento**

Molde	Molde vazio (kg)	Molde cheio (kg)	Massa concreto (kg)	Diam. (cm)	Altura (cm)	Volume (m <sup>3</sup> )	M. espec. (kg/m <sup>3</sup> )	Consumo cimento/m <sup>3</sup>
1				10	20	0,00157		
2				10	20	0,00157		
3				10	20	0,00157		

---

**2) Moldagem do traço 1:3,5**

$\alpha$  ideal= \_\_\_\_\_ %      Desdobramento do traço 1:3,5 = 1: \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

**Quantidade de materiais**

Brita: 20 kg

Cimento: \_\_\_\_\_ kg

Areia: \_\_\_\_\_ kg

Água: \_\_\_\_\_ Kg

**Abatimento (mm) = \_\_\_\_\_**

**Calcular:**      - Relação água/cimento (a/c) =

                    - Relação água/materiais secos (H) =

**Massa específica do concreto fresco ( $\gamma$ ) e consumo de cimento**

Molde	Molde vazio (kg)	Molde cheio (kg)	Massa concreto (kg)	Diam. (cm)	Altura (cm)	Volume (m <sup>3</sup> )	M. espec. (kg/m <sup>3</sup> )	Consumo cimento/m <sup>3</sup>
1				10	20	0,00157		
2				10	20	0,00157		
3				10	20	0,00157		

### 3) Moldagem do traço 1:6,5

$\alpha$  ideal = \_\_\_\_\_ %      Desdobramento do traço 1:6,5 = 1: \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

#### Quantidade de materiais

Brita: 20 kg

Cimento: \_\_\_\_\_ kg

Areia: \_\_\_\_\_ kg

Quantidade de água total utilizada na mistura (Kg) = \_\_\_\_\_

Abatimento (mm) = \_\_\_\_\_

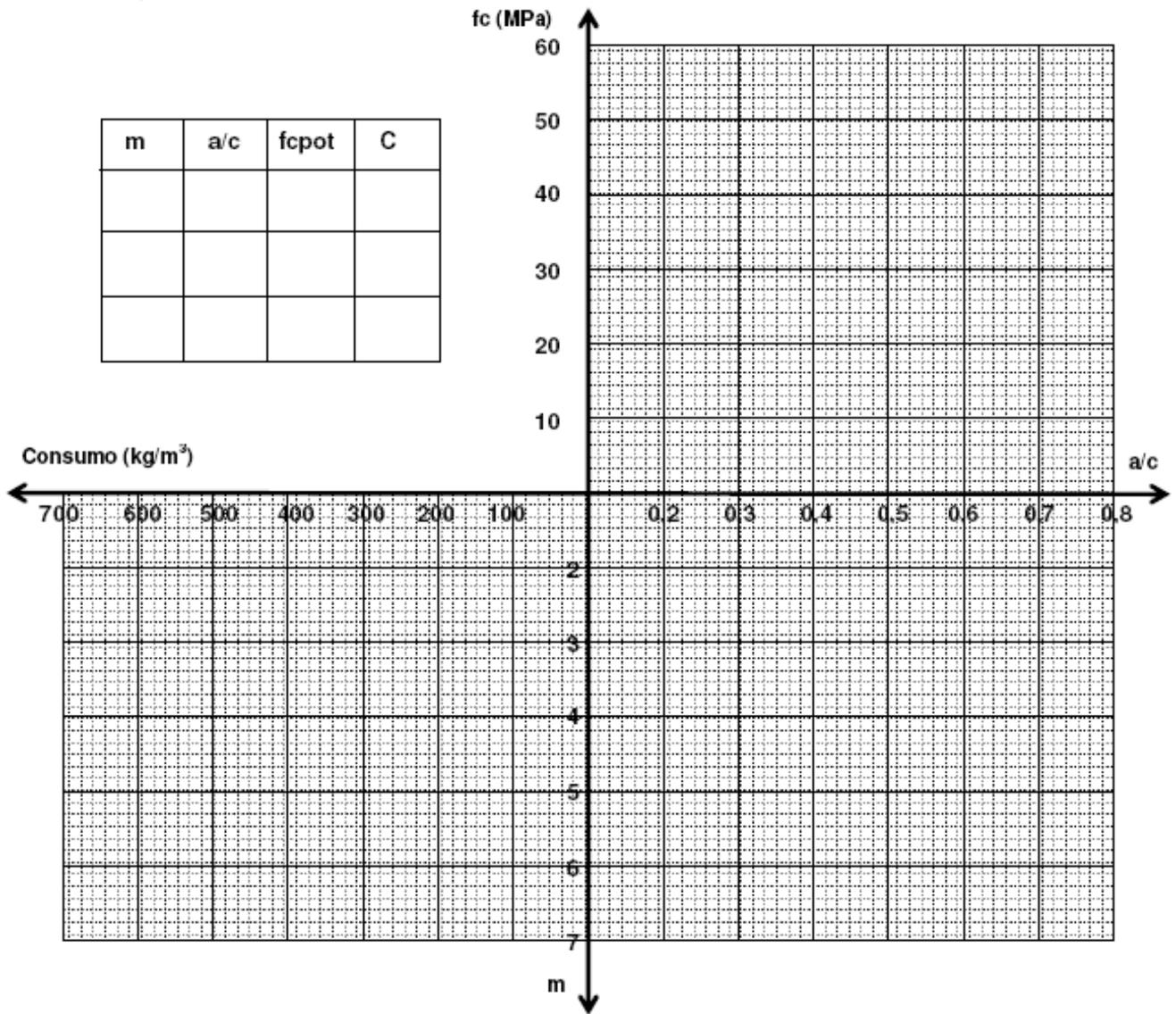
**Calcular:**

- Relação água/cimento (a/c) =
- Relação água/materiais secos (H) =

#### Massa específica do concreto fresco ( $\gamma$ ) e consumo de cimento

Molde	Molde vazio (kg)	Molde cheio (kg)	Massa concreto (kg)	Diam. (cm)	Altura (cm)	Volume (m <sup>3</sup> )	M. espec. (kg/m <sup>3</sup> )	Consumo cimento/m <sup>3</sup>
1				10	20	0,00157		
2				10	20	0,00157		
3				10	20	0,00157		

m	a/c	fcpot	C

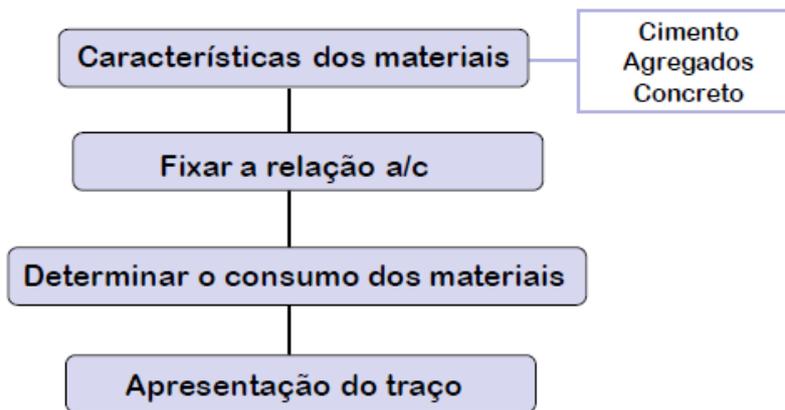


**Assunto: DOSAGEM DE CONCRETOS CONVENCIONAIS (MÉTODO ABCP)**

**Objetivo:** Para concretos de consistência plástica ou fluída, com resistência de 10 a 40MPa.

**Observação:** Fornece uma primeira aproximação da quantidade dos materiais, devendo-se realizar uma mistura experimental.

**Sequência de Atividades:**

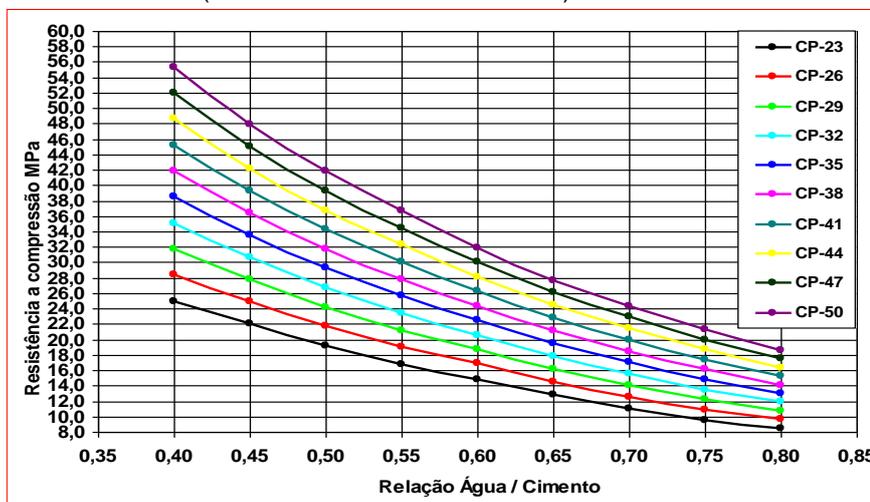


1. Características dos materiais:

- a) Cimento: tipo, massa específica, resistência aos 28 dias
- b) Agregados: análise granulométrica, módulo de finura do agregado miúdo, dimensão máxima do agregado graúdo, massa específica, massa unitária compactada.
- c) Concreto: consistência desejada, condições de exposição, resistência de dosagem do concreto.

2. Fixar relação a/c:

- a) Durabilidade – ACI ou NBR 12655 (Relação a/c e tipo de cimento)
- b) Resistência Mecânica (Curva de Abrams do Cimento)



3. Determinar o consumo dos materiais:

a) Determinação aproximada do consumo de água:

Consumo de água aproximado (l/m <sup>3</sup> )					
Abatimento (mm)	D <sub>máx</sub> 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

b) Determinação do consumo de cimento:

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

C<sub>a</sub> = consumo de água  
a/c = relação água/cimento

c) 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

DETERMINAÇÃO DO CONSUMO DE AGREGADO GRAÚDO (C<sub>b</sub>)

V<sub>b</sub> = Volume compactado seco do agregado graúdo (brita) por m<sup>3</sup> de concreto



MF	Dimensão máxima (mm)				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
1,8	0,645	0,770	0,795		
2,0	0,625	0,750	0,775		
2,2	0,605	0,730	0,755		
2,4	0,585	0,710	0,735		
2,6	0,565	0,690	0,715		
2,8	0,545	0,670	0,695		
3,0	0,525	0,650	0,675		
3,2	0,505	0,630	0,655		
3,4	0,485	0,610	0,635		
3,6	0,465	0,590	0,615		

DETERMINAÇÃO DO CONSUMO DE AGREGADO GRAÚDO (C<sub>b</sub>)

$$C_b = V_b \times M_u$$

V<sub>b</sub> = Volume compactado seco do agregado graúdo (brita) por m<sup>3</sup> de concreto  
M<sub>u</sub> = Massa unitária compactada do agregado graúdo (brita)

CONSUMO DE AGREGADO MIÚDO  
(Cm)

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

Onde:

V<sub>m</sub> volume de areia  
C<sub>c</sub> consumo de cimento  
C<sub>b</sub> consumo de brita  
C<sub>a</sub> consumo de água  
C<sub>m</sub> consumo de areia  
γ<sub>c</sub> massa específica do cimento  
γ<sub>b</sub> massa específica da brita  
γ<sub>a</sub> massa específica da água  
γ<sub>m</sub> massa específica da areia

$$C_m = \gamma_m \times V_m$$

4. 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

#### Cuidados e Correções:

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