

**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>
Agregado Graúdo	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
	Agregado Miúdo	4,75
2,36		--
1,18		--
600 µm		--
300 µm		--
150 µm		--

**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

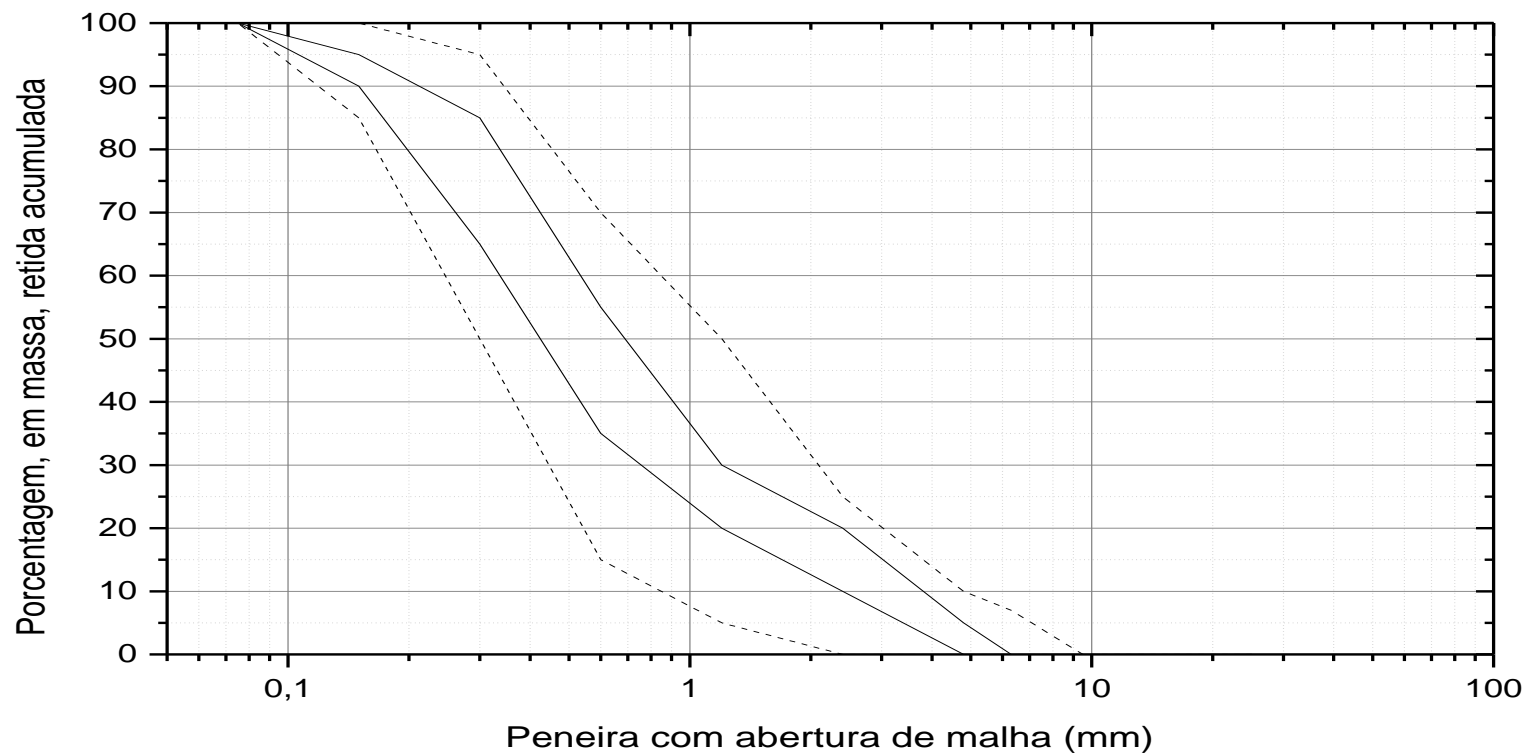
2. Limites da distribuição granulométrica dos agregados miúdos

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 NM 45 (ABNT, 2006)

### 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 kg/m<sup>3</sup>, com aproximação de 0,01 Kg/m<sup>3</sup>.

FÓRMULA:  $\rho = (m_{ar} - m_r)/V$

Onde:

$\rho$  – massa unitária do agregado, em kg/m<sup>3</sup>;  
 $m_{ar}$  – 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 m<sup>3</sup>.



**Determinação da massa específica de agregados**  
**Agregado Miúdo - NBR NM 52 (ABNT, 2009)**  
**Agregado Graúdo - NBR NM 53 (ABNT, 2009)**

**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 “emprender” 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.

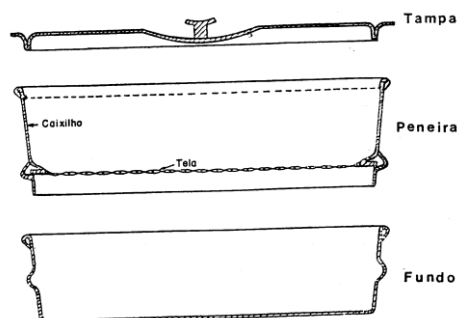


Figura - Seção transversal da peneira com acessórios



### 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.

### 2.2.1 Objetivo

Esta Norma estabelece o método de determinação da massa específica de cimento portland e outros materiais em pó, por meio do frasco volumétrico de Le Chatelier.

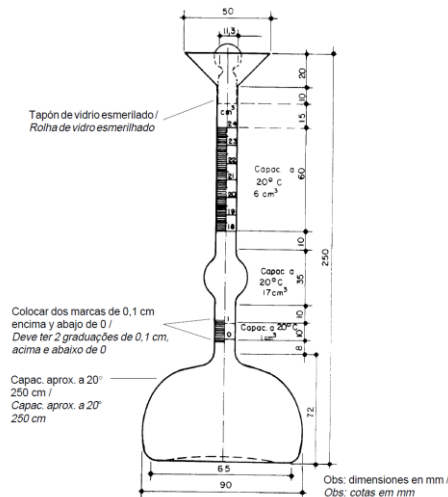
### 2.2.2 Reagentes

Deve ser utilizado um líquido que não reaja quimicamente com o material e que tenha densidade igual ou superior a  $0,731 \text{ g/cm}^3$  a  $15^\circ\text{C}$ , e inferior à dos materiais a serem ensaiados.

NOTA: Por exemplo, pode ser utilizado xilol recém preparado, querosene ou nafta, livres de água.

### 2.2.3 Aparelhagem

- Frasco de Le Chatelier;



- Balança que permita determinar a massa com resolução de  $0,01 \text{ g}$ ;

- Recipiente capaz de conter a quantidade de material cuja a massa será determinada;

- Funis:

O funil que será utilizado para auxiliar o lançamento do líquido no frasco volumétrico deve possuir gargalo longo, de maneira que sua extremidade fique situada no alargamento do colo do frasco;

O funil que será utilizado para auxiliar o lançamento do material em ensaio deve ter colo curto, de maneira que o líquido deslocado não atinja sua extremidade inferior;

### 2.2.4 Preparação da Amostra

A amostra deve ser ensaiada da forma como foi recebida, a menos que se constate a presença de corpos estranhos ao material, neste caso a amostra deve ser peneirada em peneira com abertura de malha de 150 mm. A amostra deve permanecer na sala de ensaios com antecedência tal que permita a estabilização de sua temperatura com o ambiente.

### 2.4.5 Procedimento

- Encher o frasco com auxílio do funil de haste longa, com o líquido indicado no item 2.2.2, até o nível compreendido entre as marcas correspondentes a zero e  $1 \text{ cm}^3$ ;

- Secar o interior do frasco acima do nível do líquido;

- Registrar a primeira leitura ( $V_1$ ) com aproximação de  $0,1 \text{ cm}^3$ ;



- 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 borbulhas 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 ( $V_2 - V_1$ ), 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: .....

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

<b>MASSA ESPECÍFICA (NBR NM 23)</b>		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**

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

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

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

**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

