



Laboratório de
Materiais de
Construção Civil

Departamento Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto.
DECIV/EM/UFOP

8ª AULA PRÁTICA

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO I - CIV 237

CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO

- *Determinação Da Pasta De Consistência Normal*
- *Determinação Do Tempo De Pega*
- *Determinação Da Resistência À Compressão*

Aluno:

Prof.: Ricardo Fiorotti
Téc. Responsável: Júnio Batista

Roteiro de Materiais de Construção
Elaborado junto ao Departamento de
Engenharia Civil da UFOP

Ouro Preto- MG
2015

8.1. CONSISTÊNCIA NORMAL - NBR NM 43

8.1.1. Aparelhagem

- Balança com capacidade mínima de 1000 g e resolução de 0,1 g;
- Misturador mecânico;
- Espátula;
- Cronômetro;
- Molde tronco cônico e placa de vidro;
- Aparelho de Vicat com sonda de Tetmajer acoplada.

8.1.2. Ensaio

8.1.2.1. Preparação da pasta

- a) A massa de cimento a ser utilizada na preparação da pasta deve ser de 500,0 g
- b) A massa de água deve ser determinada por tentativas
- c) Introduzir a água no recipiente do misturador;
- d) Adicionar lentamente a quantidade de cimento e deixar 30 s em repouso;
- e) Ligar o misturador em velocidade baixa durante 30 s;
- f) Parar a mistura e rapar as paredes da cuba com a espátula realizar essa operação em 15s;
- g) ligar o misturador na velocidade alta durante 60 s.

8.1.2.2. Preparação do aparelho de Vicat

- a) Abaixar a sonda de Tetmajer até que esteja em contato com a placa de base que será utilizada e ajustar a marca zero da escala. Levantar a sonda até a posição inicial.
- b) Colocar o molde com sua base maior apoiada sobre a placa e, enchê-lo rapidamente. Tirar o excesso de pasta e rasar o molde com a espátula fazendo movimentos de vai-e-vem sem comprimir a pasta;
- c) Colocar o conjunto sob o aparelho de Vicat e centralizar o molde sob a haste, descer a sonda de Tetmajer entre em contato com a superfície da pasta e fixa-la nessa posição por meio do parafuso, após 45s do final de amassamento da pasta, soltar a haste da sonda, cuidando para que não ocorra nenhuma vibração durante o ensaio;
- d) Depois de soltar a haste esperar 30s para efetuar a leitura da distância, a consistência da pasta é considerada normal quando o índice de consistência for igual a $6\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ da extremidade da sonda ao fundo da forma.

Obs.:

- a) Enquanto não se obtiver este resultado, preparam-se diversas pastas, variando a quantidade de água e utilizando nova porção de cimento em cada tentativa.
- b) Não é permitido efetuar mais de uma sondagem na mesma pasta.
- c) A temperatura ambiente deve ser de $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa do ar igual ou superior a 50%.

8.1.3. Resultado

A água da pasta de consistência normal é expressa em percentagem de massa relativa ao cimento, arredondada ao décimo mais próximo.

$$A = \frac{m_a}{m_c} \times 100$$

Massa de cimento = 500 g

Massa de água: a ser determinada por tentativas

Consistência normal: pasta em que a sonda de Tetmajer fica a 6 mm \pm 1 mm da placa de vidro da base.

8.2. TEMPOS DE PEGA - NBR NM 65

8.2.1. Definições

Tempo de início de pega: É o intervalo de tempo transcorrido desde a adição de água ao cimento até o momento em que a agulha de Vicat correspondente penetra na pasta até uma distância de (4 \pm 1) mm da placa base.

Tempo de fim de pega: É o intervalo de tempo transcorrido desde a adição de água ao cimento em que a agulha de vicat penetra 0,5 mm na pasta.

8.2.2. Aparelhagem

- Balança com capacidade mínima de 1000 g e resolução de 0,1 g;
- Misturador mecânico;
- Espátula;
- Cronômetro;
- Molde tronco cônico e placa de vidro;
- Aparelho de Vicat com sonda de Tetmajer acoplada.

8.2.3. Amostra

Pasta constituída de 500 g de cimento e água em quantidade necessária para obter a consistência normal.

8.2.4. Ensaio

8.2.4.1. Determinação do tempo de início de pega

- a) A preparação da pasta de consistência normal e o enchimento do molde tronco cônico deve ser de acordo com a NM 43;
- b) Imediatamente após o enchimento do molde com a pasta de cimento, este deve ser armazenado em câmara úmida;
- c) No aparelho de vicat, colocar a agulha de vicat em contato com a placa de vidro, ajustando o indicador no zero da escala graduada;
- d) Depois de um tempo mínimo de 30 min após o enchimento do molde, colocá-lo com a placa base no aparelho de Vicat, descer a agulha até que haja contato com a pasta, sem choque e sem velocidade inicial;

- e) Aguardar 1 s a 2 s nessa posição, evitando qualquer movimento sobre as partes móveis, para que a agulha parta do repouso.
- f) Soltar rapidamente a haste, permitindo que a agulha penetre na pasta, efetuar a leitura quando houver terminado a penetração ou 30 s após o instante em que a agulha foi solta;
- g) Anotar a leitura da escala e o tempo contado a partir do instante em que a água e o cimento entram em contato.
- h) Repetir esse procedimento no mesmo corpo-de-prova mas com a distância mínima de 10mm entre as penetrações anteriores e as bordas do molde, a intervalos de tempo de 10min. Entre os ensaios de penetração o molde deve ser mantido na câmara úmida;
- i) Anotar os resultados de todas as penetrações e, determinar o tempo em que a distância entra a agulha de vicat e placa de vidro é de (4 ± 1) mm;

Obs.: A precisão requerida é de 5min e pode ser garantida reduzindo o intervalo de tempo entre determinações sucessivas à medida que se aproxima o final do ensaio

8.2.4.2. Determinação do tempo de fim de pega

- a) Substituir a agulha de determinação de início de pega para a agulha de fim de pega;
- b) Inverter o molde cheio sobre sua placa base, para que os ensaio seja realizado na face oposta do corpo-de-prova;
- c) Para a realização das medidas, deve ser utilizado o mesmo procedimento para a determinação do início de pega;
- d) Os intervalos de tempo entre ensaios de penetração podem ser ampliados para até 30min;
- e) Registrar os resultados com aproximação de 15min, o tempo transcorrido a partir do instante zero, até que a agulha penetre pela primeira vez apenas 0,5mm na pasta, como tempo de fim de pega.
- f) A precisão do ensaio pode ser maior reduzindo o intervalo de tempo entre penetrações próximas ao final da determinação.

Obs.: a temperatura ambiente deve ser de $24^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa do ar igual ou superior a 70%.

8.2.5. Resultados

O resultado de tempo de início de pega, expresso em horas e minutos, com uma aproximação de 5 min, é o valor obtido em uma única determinação. O mesmo critério se aplica ao resultado do tempo de fim de pega, com aproximação de 15 min.

8.3. RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO - NBR 7215

Este ensaio compreende a determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos de 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura, a argamassa é preparada por meio de um misturador mecânico e compactada manualmente em um molde, por um procedimento normalizado.

8.3.1. Aparelhagem

- Balança com capacidade mínima de 1000 g e resolução de 0,1 g;
- Misturador mecânico;
- Espátula, paquímetro, régua metálica e placas de vidro;
- Molde cilíndrico com diâmetro interno de 50 mm e altura de 100 mm;
- Soquete;
- Máquina de ensaio de compressão.

8.3.2. Amostra

Mistura constituído de cimento Portland e areia normal (NBR 7214) nas seguintes proporções:

	Material	Quantidade
	Cimento	624 ± 0,4g
	Água	300 ± 0,2g
Areia Normal	1,2 mm - fração grossa	468 ± 0,3g
	0,6 mm - fração média grossa	468 ± 0,3g
	0,3 mm - fração média fina	468 ± 0,3g
	0,15 mm - fração fina	468 ± 0,3g

8.3.3. Ensaio

8.3.3.1. Preparação da argamassa

- a) Colocar inicialmente na cuba toda a quantidade de água e adicionar o cimento, a mistura destes materiais deve ser feita com o misturador na velocidade baixa, durante 30 s;
- b) Após este tempo, e sem parar o misturador colocar as frações da areia normal previamente misturadas, com o cuidado de que toda esta areia seja colocada gradualmente durante o tempo de 30 s;
- c) Imediatamente após o término da colocação da areia, mudar para a velocidade alta, misturando-se os materiais nesta velocidade durante 30 s;
- d) Depois desse tempo, desligar o misturador durante 1 min e 30 s, nos primeiros 15 s, retirar a argamassa que ficou aderida às paredes da cuba e à pá e que não suficientemente misturada;
- e) Durante o tempo restante (1 min e 15 s), a argamassa deve ficar em repouso na cuba, coberta com pano limpo e úmido;
- f) Após este intervalo, ligar o misturador na velocidade alta, por mais 1 min, deve ser registrada a hora em que o cimento é posto em contato com a água de mistura.

8.3.3.2. Preparo dos moldes

- a) Na superfície lateral externa da forma, ao longo de toda a extensão da fenda vertical, apertando-se o dispositivo de fechamento. Em seguida, no caso de forma não rosqueada, fixar está sobre a base, utilizando um cordão deste material para também a estanqueidade;
- b) Terminada a operação, untar toda a superfície interna e o fundo da forma com uma leve camada de óleo. Os moldes devem ser preparados antes de se efetuar a mistura.

8.3.3.3. Enchimento dos moldes

- a) Coloque o a argamassa na forma com o auxílio da espátula, em quatro camadas de alturas aproximadamente iguais, recebendo cada camada 30 golpes uniformemente com o soquete normal;
- b) A força de compactação deve ser igual ao peso do soquete solto a uma altura de 1”
- c) Termine esta operação rasando o topo dos corpos-de-prova, com ajuda de uma régua.
- d) Moldar quatro corpos-de-prova para determinação da resistência em cada idade (3, 7 e 28 dias).

8.3.3.4. Cura dos corpos-de-prova

- a) Logo após a moldagem, os corpos-de-prova, devem ser colocados em câmara úmida, onde permanecer durante 20 h a 24 h, com a face superior protegida por uma placa de vidro plano;
- b) Terminado o período inicial de cura, os corpos-de-prova devem ser retirados das formas, identificados e devem ser imersos, separados entre si no tanque de água saturada de cal da câmara úmida, onde devem permanecer até o momento do ensaio.

8.3.3.5. Capeamento e Ruptura

- a) Os corpos-de-prova devem ser capeados com a mistura de enxofre a quente, de maneira que a camada formada em cada extremidade satisfaça às condições geométricas e apresente espessura máxima de 2 mm;
- b) Os corpos de prova devem ser rompidos à compressão nas idades especificadas, para o tipo de cimento em ensaio, obedecidas as tolerâncias indicadas na tabela abaixo.

Idade de ruptura	Tolerância
24 h	± 30 min
03 dias	± 1 h
07 dias	± 2 h
28 dias	± 4 h
91 dias	± 1 dia

Obs.:

- a) A velocidade no carregamento da máquina deve ser controlada e igual a 0,25 MPa/s ± 0,05 MPa/s;
- b) A temperatura ambiente do laboratório deve ser de 24°C ± 2°C e a umidade relativa do ar igual ou superior a 50%;
- c) A câmara úmida deve atender às prescrições da NBR 9479.

8.3.4. Resultados

- Calcula-se a resistência à compressão de cada corpo-de-prova, dividindo-se a carga de ruptura pela área da seção de carregamento. O resultado deve ser expresso em MPa.
- Calcula-se a resistência média da série de quatro corpos-de-prova de cada idade. O resultado deve ser arredondado ao décimo mais próximo.
- Calcula-se, o desvio relativo máximo da série, dividindo-se o valor absoluto da diferença entre a resistência média e a resistência individual que mais se afasta dessa média, para mais ou para menos, pela resistência média e multiplicando este quociente por 100. A percentagem deve ser arredondada ao décimo mais próximo.

Obs.: Quando o desvio for superior a 6% calcula-se uma nova média, desconsiderando o valor discrepante, identificando-o no certificado, com asterisco. Persistindo o fato, eliminam-se os CPs de todas as idade, devendo o ensaio ser totalmente refeito.

8.3.5. Determinação

Calcular a resistência à compressão do cimento para uma série de corpos-de-prova.

Idade: _____

CP	Carga (KN)	Resistência à compressão (MPa)
01		
02		
03		
04		
Resistência média (MPa)		
Desvio relativo máx. (%)		

$$Resistência\ à\ compressão = \frac{Carga\ (KN)}{Área\ da\ seção\ do\ CP\ (mm^2)}$$