

Segunda edição
31.05.2006

Válida a partir de
30.06.2006

Agregados — Determinação do inchamento de agregado miúdo — Método de ensaio

*Aggregates – Determination of swelling in fine aggregates –
Method of test*

Palavra-chave: Agregado.
Descriptor: Aggregate.

ICS 49.120

© ABNT 2006

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito pela ABNT.

Sede da ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 2220-1762

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Impresso no Brasil

Sumário

Página

Prefácio.....	iv
1 Objetivo	1
2 Referências normativas	1
3 Definições.....	1
4 Aparelhagem	1
4.1 Encerado de lona.....	1
4.2 Balanças	2
4.3 Recipiente.....	2
4.4 Pá ou concha	2
4.5 Régua rígida.....	2
4.6 Estufa.....	2
4.7 Cápsula.....	2
4.8 Proveta.....	2
4.9 Misturador mecânico (opcional)	2
4.10 Bandejas metálicas (opcional).....	2
5 Amostragem e preparação da amostra para ensaio.....	2
6 Procedimento de ensaio	3
7 Cálculos	3
8 Resultados e relatório.....	4
Anexo A (informativo) Exemplo de gráfico da curva de inchamento	5

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais Temporárias (ABNT/CEET), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

A ABNT NBR 6467 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados (ABNT/CB-18), pela Comissão de Estudo de Requisitos e Métodos de Ensaio de Agregados para Concreto (CE-18:200.01). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 09, de 30.09.2005, com o número de Projeto ABNT NBR 6467.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 6467:1987), a qual foi tecnicamente revisada.

Esta Norma contém o anexo A, de caráter informativo.

Agregados — Determinação do inchamento de agregado miúdo — Método de ensaio

1 Objetivo

Esta Norma estabelece o método para determinação do inchamento de agregados miúdos para concreto.

Este método foi desenvolvido essencialmente para agregados miúdos naturais, podendo haver dificuldades para sua aplicação em materiais de outra origem.

2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento.

ABNT NBR 7251:1982 – Agregado em estado solto – Determinação da massa unitária

ABNT NBR NM 26:2001 – Agregados – Amostragem

ABNT NBR NM 27:2001 – Agregados – Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório

3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as seguintes definições:

3.1 inchamento de agregado miúdo: Fenômeno relativo à variação do volume aparente, provocado pela absorção de água livre pelos grãos do agregado, que altera sua massa unitária.

3.2 coeficiente de inchamento (V_h/V_s): Coeficiente entre os volumes úmido (V_h) e seco (V_s) de uma mesma massa de agregado, calculado conforme 7.2.

3.3 umidade crítica: Teor de umidade, expresso em porcentagem, determinado de acordo com 7.4, acima do qual o coeficiente de inchamento pode ser considerado constante e igual ao coeficiente de inchamento médio.

3.4 coeficiente de inchamento médio: Valor médio entre o coeficiente de inchamento máximo e aquele correspondente à umidade crítica, obtido conforme 7.5.

4 Aparelhagem

Para a realização dos ensaios estabelecidos nesta Norma, deve ser utilizada a aparelhagem descrita a seguir e demais instrumentos e acessórios comuns aos laboratórios de ensaios.

4.1 Encerado de lona

Com dimensões mínimas de 2,0 m x 2,5 m.

4.2 Balanças

4.2.1 Com resolução de 100 g e capacidade mínima de 50 kg.

4.2.2 Com resolução de 0,01 g e capacidade mínima de 200 g.

4.3 Recipiente

Recipiente paralelepípedo de material metálico, com dimensões apropriadas para agregado miúdo, com dimensão máxima nominal inferior ou igual a 4,8 mm, conforme ABNT NBR 7251.

4.4 Pá ou concha

De tamanho adequado para encher o recipiente com os agregados em ensaio.

4.5 Régua rígida

Com comprimento suficiente para rasar o recipiente de ensaio estabelecido em 4.3.

4.6 Estufa

Capaz de manter a temperatura no intervalo de $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$.

4.7 Cápsula

Dez cápsulas com tampa, com capacidade de cerca de 50 cm^3 , para acondicionamento e secagem do agregado miúdo em ensaio.

4.8 Proveta

Graduada a cada 10 mL, calibrada, de vidro ou material plástico, com capacidade mínima de 1 000 mL.

4.9 Misturador mecânico (opcional)

Com capacidade volumétrica máxima inferior a três vezes o volume da amostra a ser homogeneizada.

4.10 Bandejas metálicas (opcional)

Com dimensões mínimas de 500 mm x 700 mm.

5 Amostragem e preparação da amostra para ensaio

5.1 A amostragem dos agregados e sua redução para ensaio deve ser realizada, respectivamente, de acordo com as ABNT NBR NM 26 e ABNT NBR NM 27, devendo ser enviada ao laboratório em quantidade no mínimo igual a duas vezes o volume do recipiente de ensaio (para agregados de massa específica normal, cerca de 45 kg de amostra).

5.2 Secar a amostra de agregado durante 24 h ou até massa constante, em uma estufa mantida a $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$, e depois resfriá-la até a temperatura ambiente.

NOTA Considera-se que a massa é constante quando a diferença entre duas pesagens consecutivas com período de 2 h entre si de permanência na estufa não excede 0,01%.

6 Procedimento de ensaio

6.1 Colocar a amostra seca conforme 5.2 sobre o encerado de lona ou dentro do misturador mecânico, homogeneizar e determinar a massa unitária do agregado de acordo com a ABNT NBR 7251.

6.2 Adicionar água em quantidades sucessivas, de modo a obter teores de umidade próximos aos seguintes valores: 0,5%, 1%, 2%, 4%, 5%, 7%, 9% e 12%, realizando a cada adição de água as seguintes operações:

- homogeneização cuidadosa da amostra após cada adição de água, de forma manual ou com auxílio do misturador mecânico, evitando a perda de material da amostra;
- retirada de uma porção da amostra homogeneizada para determinação da massa unitária do agregado de acordo com a ABNT NBR 7251, registrando os resultados obtidos;
- retirada de uma outra porção da amostra homogeneizada para preenchimento de uma das cápsulas (4.7), identificando cada cápsula.

6.3 Após o procedimento descrito em 6.2, as cápsulas contendo o agregado com diferentes teores de umidade devem ser submetidas às seguintes operações:

- determinação da massa de cada cápsula contendo o agregado (m_i), registrando o resultado obtido;
- colocação das cápsulas destampadas e devidamente identificadas em estufa mantida a $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$, para secagem do agregado, durante 24 h ou até massa constante;
- retirada das cápsulas contendo o agregado da estufa e determinação de sua massa (m_f).

7 Cálculos

7.1 Calcular o teor de umidade do agregado contido em cada uma das cápsulas, através da seguinte equação:

$$h = \frac{m_i - m_f}{m_f - m_c} \times 100$$

onde:

h é o teor de umidade do agregado, em porcentagem;

m_i é a massa inicial da cápsula com o material em ensaio (ver 6.3), em gramas;

m_f é a massa após a secagem, da cápsula com o material em ensaio (ver 6.3), em gramas;

m_c é a massa da cápsula, em gramas.

7.2 Para cada teor de umidade, calcular o coeficiente de inchamento de acordo com a equação:

$$\frac{V_h}{V_s} = \frac{\gamma_s}{\gamma_h} \times \left(\frac{100 + h}{100} \right)$$

onde:

V_h é o volume do agregado com um determinado teor de umidade (h), em centímetros cúbicos;

V_s é o volume do agregado seco em estufa, em centímetros cúbicos;

V_h/V_s é o coeficiente de inchamento do agregado;

γ_h é a massa unitária do agregado com um determinado teor de umidade (h), em gramas por centímetro cúbico;

γ_s é a massa unitária do agregado seco em estufa, em gramas por centímetro cúbico.

7.3 Assinalar os pares de valores (h , V_h/V_s) em gráfico (ver anexo A) e traçar a curva de inchamento, de modo a obter uma representação aproximada do fenômeno.

7.4 Determinar a umidade crítica na curva de inchamento, pela seguinte construção gráfica:

- a) traçar a reta (r) paralela ao eixo das umidades que seja tangente à curva (o ponto de tangência é o ponto A);
- b) traçar a corda (s) que une a origem das coordenadas ao ponto de tangência da reta traçada ao ponto A);
- c) traçar nova tangente (t) à curva, paralela à corda definida na alínea anterior;
- d) traçar a reta (u) paralelamente ao eixo das ordenadas, correspondente à interseção entre as retas (r) e (t), obtendo-se sobre a curva o ponto B . A interseção da reta (u) com o eixo das abscissas corresponde à umidade crítica.

7.5 O coeficiente de inchamento é determinado pela média aritmética entre os coeficientes de inchamento máximo (ponto A , conforme 7.4-a) e aquele correspondente à umidade crítica (ponto B , conforme 7.4-c).

8 Resultados e relatório

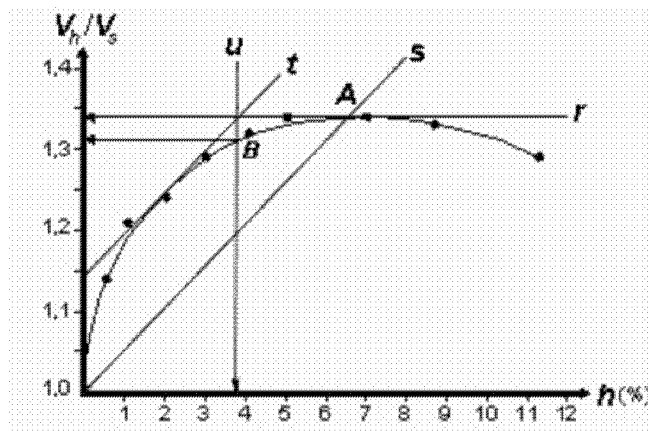
No certificado de ensaio deve constar o seguinte:

- a) curva de inchamento, traçada em gráfico (ver anexo A);
- b) valor da umidade crítica (7.4);
- c) valor do coeficiente de inchamento médio (7.5).

Anexo A (informativo)

Exemplo de gráfico da curva de inchamento

Umidade (<i>h</i>) %	Coeficiente de inchamento (V_h/V_s)
0,0	1,00
0,6	1,14
1,1	1,21
2,0	1,24
3,0	1,29
4,0	1,32
5,0	1,34
7,0	1,34
8,7	1,33
11,3	1,29



Umidade crítica = 3,7%

Coeficiente de inchamento médio = 1,33

Figura A.1 — Curva de inchamento de agregado miúdo