

**Agregados – determinação do inchamento de agregado miúdo**

**Norma Rodoviária**

**Método de Ensaio**

**DNER-ME 192/97**

Página 1 de 5

**RESUMO**

Este documento, que é uma norma técnica, prescreve o método a ser adotado na determinação do inchamento de agregados miúdos empregados em obras rodoviárias. Prescreve a aparelhagem, a execução do ensaio, e as condições para obtenção dos resultados.

**ABSTRACT**

This document presents the procedure for determination of fine aggregate used on road construction and prescribes the apparatus and the conditions for obtaining the results.

**SUMÁRIO**

0 PREFÁCIO

1 OBJETIVO

2 REFERÊNCIAS

3 DEFINIÇÕES

4 APARELHAGEM

5 ENSAIO

6 RESULTADO

Anexo Informativo

**0 PREFÁCIO**

Esta Norma decorreu da necessidade de transformar a DNER-ME 192/94, adotada por Processo de Referência ao prescrito na ABNT NBR-6467/87, em texto próprio do DNER com inserção de aperfeiçoamento técnico, em conformidade com o que estabelece a DNER-PRO 101/97.

**1 OBJETIVO**

Esta Norma prescreve o método para determinação do inchamento de agregado miúdo.

**Agregados – determinação do inchamento de agregado miúdo**

**Norma Rodoviária**

**DNER-ME 192/97**

**Método de Ensaio**

Página 2 de 5

**2 REFERÊNCIAS**

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

- a) DNER-PRO 120/97 – Coleta de amostras de agregados;
- b) DNER-PRO 199/96 – Redução de amostra de campo de agregados para ensaio de laboratório;
- c) ABNT NBR-6467/87 – Agregados – determinação do inchamento de agregado miúdo;
- d) ABNT NBR-7251/82 – Agregado em estado solto – determinação da massa unitária.

**3 DEFINIÇÕES**

Para efeitos desta Norma são adotadas as definições de 3.1 e 3.4.

**3.1 INCHAMENTO DE AGREGADO MIÚDO**

Fenômeno da variação do volume aparente, provocado pela absorção de água livre pelos grãos de agregado e que incide sobre a sua massa.

**3.2 COEFICIENTE DE INCHAMENTO ( $V_h/V_o$ )**

Quociente entre os volumes úmidos ( $V_h$ ) e seco ( $V_o$ ) de uma mesma massa de agregado, calculado conforme 7.2.

**3.3 UMIDADE CRÍTICA**

Teor de umidade, determinado conforme 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**

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) encerado de lona com dimensões mínimas de 2,0 m x 2,5 m;
- b) balança com resolução de 100 g e capacidade mínima de 50 kg;
- c) balança com resolução de 0,01 g e capacidade mínima de 200 g;
- d) recipiente paralelepipedal, conforme a DNER-ME 152;
- e) régua rígida com comprimento de ordem de 500 mm aproximadamente;
- f) estufa para secagem;
- g) concha ou pá;

**Agregados – determinação do inchamento de agregado miúdo**

**Norma Rodoviária**

**DNER-ME 192/97**

**Método de Ensaio**

Página 3 de 5

- h) dez cápsulas com tampa, para acondicionamento e secagem de amostras de agregado, com capacidade de 50 ml;
- i) proveta graduada de vidro com capacidade mínima de 100 ml;
- j) misturador mecânico (opcional).

**5 AMOSTRAGEM**

- 5.1 A amostra de agregado remetida ao laboratório deve ter sido coletada de acordo com a DNER-PRO 120.
- 5.2 Da amostra remetida ao laboratório, depois de umedecida para evitar agregação e de cuidadosamente misturada, formar a amostra de ensaio de acordo com a DNER-PRO 199. A amostra de ensaio deve ter pelo menos o dobro do volume do recipiente paralelepipedal utilizado.

**6 ENSAIO**

- 6.1 Secar a amostra de ensaio em estufa entre 105°C e 110°C até constância de massa e resfriá-la até a temperatura ambiente.
- 6.2 Colocar a amostra sobre o encerado de lona, homogeneizar e determinar a massa.
- 6.3 Adicionar água sucessivamente de modo a obter teores de umidade próximos aos seguintes valores: 0,5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7%, 9% e 12%. Homogeneizar cuidadosamente a amostra, a cada adição de água, por agitação manual da lona ou em misturador mecânico. Coletar uma amostra úmida de agregado, a cada adição de água, e colocá-la em uma cápsula para determinação do teor de umidade (*h*). Determinar simultaneamente a massa unitária segundo a DNER-ME 152.
- 6.4 Para obtenção do teor de umidade, determinar a massa de cada cápsula cheia com a amostra úmida coletada (*M<sub>i</sub>*), bem como a sua massa (*M<sub>f</sub>*), após secagem em estufa entre 105°C e 110°C.

**7 RESULTADO**

**7.1 TEOR DE UMIDADE**

- 7.1.1 Calcular o teor de umidade das amostras coletadas nas cápsulas, através da seguinte expressão:

$$h = \frac{M_i - M_f}{M_f - M_c} \times 100$$

**Agregados – determinação do inchamento de agregado miúdo**

**Norma Rodoviária**

**DNER-ME 192/97**

**Método de Ensaio**

Página 4 de 5

Onde:

$h$  = teor de umidade do agregado, em %;

$M_i$  = massa da cápsula com o material coletado durante o ensaio, em g;

$M_f$  = massa final da cápsula com o material coletado após secagem em estufa, em g;

$M_c$  = massa da cápsula, em g.

**7.2 COEFICIENTE DE INCHAMENTO**

7.2.1 Para cada teor de umidade, calcular o coeficiente de inchamento de acordo com a expressão:

$$\frac{V_h}{V_o} = \frac{g_s}{g_h} \frac{(100 + h)}{100}$$

Onde:

$V_h$  = volume do agregado com h% de umidade, em dm<sup>3</sup>;

$V_o$  = volume do agregado seco em estufa, em dm<sup>3</sup>;

$V_h/V_o$  = coeficiente de inchamento;

$g_s$  = massa unitária do agregado seco em estufa, em kg/dm<sup>3</sup>;

$g_h$  = massa unitária do agregado com h% de umidade, em kg/dm<sup>3</sup>;

$h$  = teor de umidade do agregado, em %.

7.3 Assinalar os pares de valores ( $h, V_h/V_o$ ) em gráfico, conforme modelo apresentado no Anexo Informativo, e traçar a curva de inchamento, de modo a obter uma representação aproximada do fenômeno.

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

- a) traçar a reta tangente à curva paralela ao eixo das umidades;
- b) traçar a corda que une a origem de coordenadas ao ponto de tangência da reta traçada;
- c) traçar nova tangente à curva, paralela a esta corda;
- d) a abscissa correspondente ao ponto de interseção das duas tangentes é a umidade crítica.

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

7.6 Do coeficiente de ensaio devem constar a curva de inchamento, traçada em gráfico conforme modelo do Anexo, e os valores de umidade crítica e coeficiente de inchamento médio.

Agregados – determinação do inchamento de agregado miúdo

Norma Rodoviária

Método de Ensaio

DNER-ME 192/97

Página 5 de 5

ANEXO INFORMATIVO

Gráfico para traçado da curva de inchamento

