



MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM  
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO - IPR  
DIVISÃO DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA  
Rodovia Presidente Dutra km 163 - Centro Rodoviário, Parada de Lucas  
Rio de Janeiro, RJ - CEP 21240-330  
Norma rodoviária  
Método de Ensaio  
DNER-ME 081/98  
p. 01/06

## Agregados - determinação da absorção e da densidade de agregado graúdo

### RESUMO

Este documento apresenta os procedimentos para a determinação da densidade aparente de agregados graúdos e da absorção d'água. Apresenta definições, aparelhagem, amostragem, ensaio e os requisitos para obtenção dos resultados.

### ABSTRACT

This document presents the procedure for determination of the apparent specific gravity of coarse aggregate particles and water absorption. It also presents definitions, apparatus, sampling, testing and the requirements for obtaining the results.

### SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Aparelhagem
- 5 Amostragem

- 6 Ensaio
- 7 Cálculos e resultados

### 0 PREFÁCIO

Esta Norma decorreu da necessidade de aperfeiçoamento técnico da DNER-ME 081/94, pela inclusão, em seu texto, de procedimento para determinação de absorção d'água, simultaneamente à determinação de densidade aparente.

### 1 OBJETIVO

Fixar o procedimento para a determinação da densidade aparente de agregado graúdo e da absorção d'água.

### 2 REFERÊNCIAS

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

- a) DNER-EM 035/95 - Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos;

**Macrodescriptores MT** : agregado, método de ensaio, norma

**Microdescriptores DNER** : agregado graúdo, água capilar, ensaio de densidade

**Palavras-chave IRRD/ IPR** : absorção (6758), agregado graúdo (4559), água (4355), densidade (5908), método de ensaio (6288)

**Descritores SINORTEC** : agregados, normas

Aprovada pelo Conselho Administrativo em 19/05/98,  
Autor: DNER/DrDTc (IPR)  
Processo n° 20100018769/64-47

Resolução n° 16/98, Sessão n° CA/07/98  
Revisão da DNER-ME 081/94 e  
Adaptação à DNER-PRO 101/97

- b) DNER-ME 083/94 - Agregados - análise granulométrica;
- c) DNER-ME 194/98 - Agregados - determinação da massa específica de agregados miúdos para meio do frasco de Chapman;
- d) DNER-ME 195/97 - Agregados - determinação da absorção e da massa específica do agregado graúdo;
- e) DNER-PRO 120/97 - Coleta de amostras de agregados;
- f) DNER-PRO 199/96 - Redução de amostra de campo de agregados para ensaio de laboratório;
- g) ABNT NBR 9937/87 - Agregados - determinação da absorção e da massa específica de agregado graúdo;
- h) AASHTO T 85/85 - Specific gravity and absorption of coarse aggregate;
- i) ASTM E 12-70 (Reapproved 1991) - Standard terminology relating to density and specific gravity of solids, liquids and gases.

### 3 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições de 3.1 a 3.3.

#### 3.1 Absorção

Aumento da massa de agregado, devido ao preenchimento por água de seus vazios permeáveis, expresso como porcentagem de sua massa seca.

#### 3.2 Densidade aparente

Razão entre o peso, ao ar, da unidade de volume de um agregado (porção impermeável), a uma dada temperatura, e o peso, ao ar da massa de igual volume de água destilada, livre de gases, à mesma temperatura.

#### 3.3 Densidade real

Razão entre o peso, ao vácuo, da unidade de volume de um material, a uma determinada temperatura, e o peso, ao vácuo, da massa de igual volume de água destilada, livre de gases, à mesma temperatura.

### 4 APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) balança de resolução mínima de 1 g para determinação de massa até 20 kg, e capacidade compatível com as massas a determinar. Deve conter dispositivo para manter suspenso na água, pelo centro do prato da balança, o recipiente que contém a amostra;

- b) recipiente para amostra que não permita a perda de material e a retenção de ar quando submerso. Pode ser utilizado, para agregado de dimensão máxima inferior a 38 mm, um cesto de arame de abertura de malha de 3,0 mm ou menor, ou um balde de igual largura e altura com capacidade de 4000 cm<sup>3</sup> a 7000 cm<sup>3</sup>. Para agregados de maior dimensão máxima, podem ser usados baldes com maior capacidade.

Nota 1: Recomenda-se que o fio de sustentação do cesto ou balde tenha o menor diâmetro possível e que a variação do comprimento submerso, antes e depois da colocação da amostra, não ultrapasse 10 mm, sendo tal variação verificada através de uma marca prévia no fio.

- c) tanque d'água impermeável apresentando volume suficiente para manter totalmente submerso o recipiente para a amostra e o agregado, enquanto suspensos na balança;
- d) estufa capaz de manter a temperatura entre 105 °C e 110 °C;
- e) repartidor de amostras de 3 cm de abertura;
- f) peneiras de 2,0 mm e 4,75 mm de abertura, conforme a DNER-EM 035/95;
- g) tabuleiro de (45 x 25 x 5) cm;
- h) baqueta metálica de ± 30 cm de comprimento e ± 6 mm de diâmetro.

## 5 AMOSTRAGEM

5.1 A amostra deve ser coletada de acordo com a DNER-PRO 120/97 e reduzida conforme a DNER-PRO 199/96.

5.2 Deve ser desprezado todo o material passante na peneira 4,8 mm através de peneiramento a seco, exceto quando o agregado gráudo contém mais que 2% de material que passa na referida peneira ou quando o material passante apresentar evidentes sinais de alteração mineralógica. Nestes dois últimos casos, o material menor que 4,8 mm deve ser ensaiado segundo a DNER-ME 194/98.

5.3 A massa mínima de amostra de ensaio necessária varia com a dimensão máxima característica do agregado, de acordo com Tabela 1.

**Tabela 1 - Massa mínima de amostra de ensaio**

Dimensão máxima característica do agregado (mm)	Massa mínima da amostra de ensaio (kg)
12,5 ou menor	2,0
19	3,0
25	4,0
38	5,0
50	8,0
64	12,0
76	18,0
100	40,0
125	75,0
152	125,0

5.4 Em muitos casos pode ser desejável ensaiar o agregado em frações separadas de várias dimensões. Quando a amostra contém mais de 15% de material retido na peneira 38 mm, os ensaios das frações superiores devem ser executados separadamente nas frações por tamanho. A massa mínima da amostra para ensaio de cada fração está indicada na Tabela 2.

**Tabela 2 - Massa mínima por fração**

Peneira (mm)		Massa mínima por fração (kg)
Passa	Retida	
50	33	3,0
64	50	4,0
76	64	6,0
100	76	22,0
125	100	35,0
152	125	50,0

## 6 ENSAIO

6.1 Lavar a amostra sobre a peneira 4,8 mm e secar até constância de massa, à temperatura entre 105 °C e 110 °C. Resfriar, ao ar, à temperatura ambiente entre 1 h a 3 h, para amostra de dimensão máxima característica até 38 mm ou períodos maiores para dimensão maior, de modo que o agregado atinja uma temperatura que permita sua manipulação, cerca de 50 °C. Subseqüentemente, imergir o agregado em água, à temperatura ambiente anotada, t, por um período de  $(24 \pm 4)$  h, tendo-se o cuidado de agitar algumas vezes para expulsar as bolhas de ar do material.

Nota 2: Quando o ensaio requer maior quantidade de amostra pode ser mais conveniente, para a precisão do ensaio, subdividi-la em duas ou mais porções e os valores obtidos combinados segundo os cálculos descritos no item 7.1.3.

6.2 Remover a amostra da água e espalhá-la sobre um pano absorvente no tamanho adequado até que as películas visíveis de água sejam eliminadas. Enxugar as partículas maiores uma a uma. Tomar os cuidados necessários para evitar a evaporação de água dos poros durante a operação de secagem da superfície dos grãos. Após, determinar a massa da amostra na condição saturada superfície seca e registrar o valor obtido ( $M_h$ ), com aproximação de 0,5 g.

6.3 Imediatamente após, colocar o material no recipiente para amostra e imergi-lo completamente em água potável, à temperatura de  $(24 \pm 2)$  °C. Acoplar a haste do recipiente no prato da balança, colocada em nível acima do tanque, e proceder a leitura (L) na sua escala. A balança deve ter sido previamente zerada com o recipiente para amostra, vazio e imerso em água.

6.4 Secar a amostra em estufa até constância de massa, à temperatura entre 105 °C e 110 °C e resfriá-la ao ar à temperatura ambiente entre 1 hora e 3 horas ou até o agregado atingir uma temperatura conveniente para sua manipulação. Determinar, em seqüência, a massa do agregado seco ( $M_s$ ).

## 7 CÁLCULOS E RESULTADOS

### 7.1 Cálculos

7.1.1 Densidade aparente do agregado na condição seca em estufa:

$$D_{ap} = \frac{M_s}{M_h - L}$$

onde:

$D_{ap}$  = densidade aparente;

$M_s$  = massa, ao ar, do agregado seco em estufa, em g;

$M_h$  = massa, ao ar, do agregado na condição saturada superfície seca, em g (ver 6.2);

L = leitura na balança correspondente ao agregado submerso, em g (pesagem hidrostática - ver 6.3).

### 7.1.2 Absorção

É obtida pela expressão:

$$a = \frac{M_h - M_s}{M_s} \times 100$$

em que:

a = absorção do agregado, em percentagem.

7.1.3 No caso do ensaio ser realizado por frações granulométricas, calcular a densidade aparente e a absorção do agregado pelas seguintes expressões:

$$D_{ap} = \frac{1}{\frac{P_1}{D_{ap1}} + \frac{P_2}{D_{ap2}} + \dots + \frac{P_n}{D_{apn}}} \times 100$$

$$a = \frac{1}{100} (P_1 \cdot a_1 + P_2 \cdot a_2 + \dots + P_n \cdot a_n)$$

em que:

$P_1, P_2, \dots, P_n$  = porcentagens retidas individuais, em massa, das frações granulométricas presentes na amostra original;

$D_{ap1}, D_{ap2}, \dots, D_{apn}$  = valores de densidade de cada fração granulométrica do agregado;

$a_1, a_2, \dots, a_n$  = valores da absorção de cada fração granulométrica do agregado, em porcentagem.

#### 7.1.4 Expressão dos resultados

7.1.4.1 Os resultados de densidade aparente são expressos em números adimensionais, decorrentes do procedimento de ensaio. Duas determinações consecutivas com amostras do mesmo agregado não devem diferir em mais de 0,02.

Nota 3: Recomenda-se expressar os resultados de densidade com aproximação de 0,01.

7.1.4.2 O resultado da absorção deve ser expresso com o número de algarismos significativos decorrentes do procedimento de ensaio. Para os agregados com absorção menor que 2%, os resultados de duas determinações consecutivas, com amostra do mesmo agregado, não devem diferir em mais de 0,25%.

Nota 4: Recomenda-se expressar o resultado da absorção com aproximação de 0,1%.