

**Equivalente de areia**

**Norma Rodoviária**

**Método de Ensaio**

**DNER-ME 054/97**

Página 1 de 10

**RESUMO**

Este documento, que é uma norma técnica, apresenta o procedimento para a determinação do equivalente de areia de solos ou de agregados miúdos. Prescreve a aparelhagem, os reagentes, as soluções usadas, a execução do ensaio e as condições para obtenção do resultado.

**ABSTRACT**

This document, that is a technical standard, presents the procedure for determination of the sand equivalent of soils or of fine aggregates and prescribes the apparatus, reagents and solution and conditions for obtaining result.

**SUMÁRIO**

0 PREFÁCIO

1 OBJETIVO

2 REFERÊNCIAS

3 DEFINIÇÃO

4 APARELHAGEM

5 REAGENTES E SOLUÇÕES

6 AMOSTRAS

7 ENSAIO

8 RESULTADO

Anexo Normativo

**0 PREFÁCIO**

Este documento prescreve o método para obtenção do valor do equivalente de areia de solos ou agregados miúdos, usando reagentes e soluções específicas. São também apresentadas figuras ilustrativas dos equipamentos empregados e da operação.

**1 OBJETIVO**

Esta Norma fixa os requisitos para a determinação do equivalente de areia de solos ou de agregados miúdos.

**Equivalente de areia**

**Norma Rodoviária**

**DNER-ME 054/97**

**Método de Ensaio**

Página 2 de 10

## **2 REFERÊNCIAS**

### **2.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

No preparo desta Norma foram consultados os seguintes documentos:

- a) DNER-ME 051/94 – Solo-análise granulométrica;
- b) DNER-ME 054/94 – Equivalente de areia;
- c) ABNT-NBR 12052/92 – Solo ou agregado miúdo – determinação do equivalente de areia;
- d) AASHTO T 176-86 – Plastic fines in graded aggregates and soils by use of the sand equivalent test.

## **3 DEFINIÇÃO**

Para efeitos desta Norma, é adotada a seguinte definição de 3.1

### **3.1 EQUIVALENTE DE AREIA (EA)**

Relação volumétrica que corresponde à razão entre a altura do nível superior da areia e a altura do nível superior da suspensão argilosa de uma determinada quantidade de solo ou de agregado miúdo numa proveta, em condições estabelecidas neste Método.

## **4 APARELHAGEM**

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) peneira de 4,8 mm, de acordo com a DNER-EM 035/95, designada Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica solos;
- b) proveta cilíndrica, transparente, de vidro ou matéria plástica, de 32 mm de diâmetro interno e cerca de 43 cm de altura, graduada de 2 em 2 mm, até pelo menos 38 cm, a partir da base, ou apresentando dois círculos de referência a 10 cm e 38 cm, respectivamente, da base;
- c) tubo lavador de cobre ou latão, de 6,4 mm de diâmetro externo e 50 cm de comprimento. A extremidade inferior é fechada em forma de cunha, tendo dois orifícios de 1 mm de diâmetro perfurados nas faces da cunha e junto à ponta;
- d) garrafão com capacidade de 5 litros, dotado de sifão constituído de rolha de borracha com dois furos e de um tubo de cobre dobrado. O garrafão é colocado 90 cm acima da mesa de trabalho;
- e) tubo de borracha de 5 mm de diâmetro interno, com uma pinça de Mohr ou dispositivo similar para interromper o escoamento. Este tubo é usado para ligar o tubo lavador ao sifão;
- f) pistão constituído por uma haste metálica de 46 cm de comprimento, tendo na extremidade inferior uma sapata cônica de 25,4 mm de diâmetro. A sapata possui três pequenos parafusos de ajustagem que permitem centrá-la com folga na proveta. Um disco perfurado, que se adapta ao topo da proveta, serve de guia para a haste. Um lastro cilíndrico é preso à extremidade da haste para completar ao pistão a massa de 1 kg;
- g) recipiente de medida, com capacidade de  $(85 \pm 5)$  ml;
- h) funil para colocar o solo na proveta.

Equivalente de areia

Norma Rodoviária

Método de Ensaio

DNER-ME 054/97

Página 3 de 10

**Nota 1:** A Figura 1, em anexo, mostra a aparelhagem completa para determinação do equivalente de areia.

## 5 REAGENTES E SOLUÇÕES

### 5.1 REAGENTES E SOLUÇÕES EMPREGADOS NO ENSAIO, CONFORME A SEGUIR INDICADOS:

- a) cloreto de cálcio anidro, grau técnico;
- b) glicerina conforme especificação USP;
- c) solução de formaldeído a 40%, em volume;
- d) papel-filtro Whatman nº 12 ou equivalente.

### 5.2 PREPARO DE SOLUÇÕES

#### 5.2.1 Solução concentrada

5.2.1.1 Preparar 5 ℓ de solução concentrada, da seguinte forma:

- a) dissolver 557 g de cloreto de cálcio em 2 ℓ de água destilada e agitar energicamente a solução;
- b) esfriá-la e filtrá-la através de papel-filtro;
- c) adicionar 2510 g de glicerina a 57,5 g de solução de formaldeído, agitar bem e completar o volume de 5 ℓ de solução a água destilada à solução concentrada água destilada.

#### 5.2.2 Solução de trabalho

Tomar 125 mℓ da solução concentrada e diluir com água destilada até completar o volume de 5 ℓ.

**Nota 2:** No preparo da solução de trabalho é permitido o uso de água corrente limpa, para o que deve ser feita previamente comparação entre os resultados de ensaio com água corrente e água destilada, em amostras idênticas, e resultar favorável.

**Nota 3:** O volume de 125 mℓ de solução concentrada pode ser obtido enchendo-se a proveta (item 4b) até 15,5 cm de altura.

## 6 AMOSTRA

A amostra é obtida com o material que passa na peneira de 4,8 mm. Se a amostra inicial não estiver úmida, deverá ser umedecida antes do peneiramento. Se o agregado graúdo apresentar finos aderentes que não se desprendam durante o peneiramento, deve-se secá-lo e esfregá-lo com as mãos, juntando-se os finos resultantes ao material que passou na peneira.

**Equivalente de areia**

**Norma Rodoviária**

**DNER-ME 054/97**

**Método de Ensaio**

Página 4 de 10

**7 ENSAIO**

- a) Abrir a pinça do tubo de ligação. Acionar o sifão, soprando-se no topo do garrafão que contém a solução, através de um pequeno tubo. Verificando o escoamento da solução fechar a pinça;
- b) sifonar a solução de trabalho para a proveta, até atingir o traço de referência a 10 cm da base;
- c) transferir para a proveta, com auxílio do funil, o conteúdo de um recipiente de medida cheio de amostra preparada e rasada na superfície, conforme mostra a Figura 2. O conteúdo do recipiente corresponde a cerca de 110 g de material solto. Bater o fundo da proveta firmemente com a palma da mão várias vezes, a fim de deslocar as bolhas de ar e ajudar a molhar a amostra. Deixar a seguir, a proveta em repouso durante 10 minutos;
- d) após o período de 10 minutos, tapa-se a proveta com a rolha de borracha e agitá-la vigorosamente, num movimento alternado, horizontalmente, como ilustra a Figura 3. Executam-se 90 ciclos em aproximadamente 30 segundos, com um deslocamento de cerca de 20 cm. Cada ciclo compreende um movimento completo de vaivém. A fim de agitar satisfatoriamente a amostra como antes foi especificado é necessário que o operador agite apenas com os antebraços;
- e) retirar a rolha e introduzir o tubo lavador. Lavar as paredes rapidamente e imediatamente inserir o tubo até o fundo da proveta, como mostra a Figura 4. Agitar levemente com o tubo lavador a camada de areia para levantar o material argiloso eventualmente existente. Esta operação deve ser acompanhada de leve giro da proveta. Quando o líquido atingir o círculo de referência superior da proveta (a 38 cm da base), suspende-se o tubo lavador lentamente sem parar o escoamento e de tal modo que aquele nível se mantenha aproximadamente constante. Regular o escoamento pouco antes de se retirar completamente o tubo e ajustar o nível naquele traço de referência. Deixar-se repousar 20 minutos sem perturbação. Qualquer vibração ou movimento da proveta durante esse período interferirá com a velocidade normal de sedimentação da argila em suspensão e será causa de erro no resultado;
- f) após o período de 20 minutos, determinar o nível superior da suspensão argilosa, efetuando a leitura com precisão de 2 mm, conforme a Figura 5;
- g) introduzir o pistão cuidadosamente na proveta até assentar completamente na areia. Girar a haste ligeiramente, sem empurrá-la para baixo, até que um dos parafusos de ajustagem torne-se visível. Nesta posição, deslocar o disco que corre na haste até que ele assente na boca da proveta, fixando-o à haste, por meio de um parafuso nele existente. Determinar o nível do centro de um dos parafusos de ajustagem e adotá-lo como leitura correspondente ao nível superior da areia, conforme a Figura 6. Este pode ser também determinado medindo-se a distância entre o topo do disco que se apoia na boca da proveta e a base inferior do peso cilíndrico, e subtraindo-se desta, a mesma distância, medida quando a sapata está assente no fundo da proveta (constante do aparelho). Os esquemas de realização de medidas a serem usadas no cálculo do ensaio estão apresentados na Figura 7.

**Nota 4 :** Imediatamente após o ensaio, lavar a proveta, não a deixando sob a ação da luz direta do sol mais que o necessário.

Equivalente de areia

Norma Rodoviária

Método de Ensaio

DNER-ME 054/97

Página 5 de 10

## 8 RESULTADO

### 8.1 CALCULA-SE O EQUIVALENTE DE AREIA COMO SE SEGUE:

$$EA = \frac{\text{Leitura no topo da areia}}{\text{Leitura no topo da argila}} \times 100$$

Ou :

$$EA = \frac{d_2 - k}{380 - d_1} \times 100$$

Onde:

$d_1$  = distância do traço de referência superior da proveta ao nível da suspensão argilosa, em mm;

$d_2$  = distância do topo do disco que se apoia na boca da proveta à base inferior do cilindro do pistão quando a sapata estiver na areia, em mm;

$k$  = constante do aparelho (caso particular da distância  $d_2$  quando a sapata do pistão estiver assente no fundo da proveta, em mm;

### 8.2 EXPRESSÃO DO RESULTADO

O resultado do ensaio, obtido de uma média aritmética de três determinações, é expresso em porcentagem, arredondando-se para o número inteiro.

Equivalente de areia

Norma Rodoviária

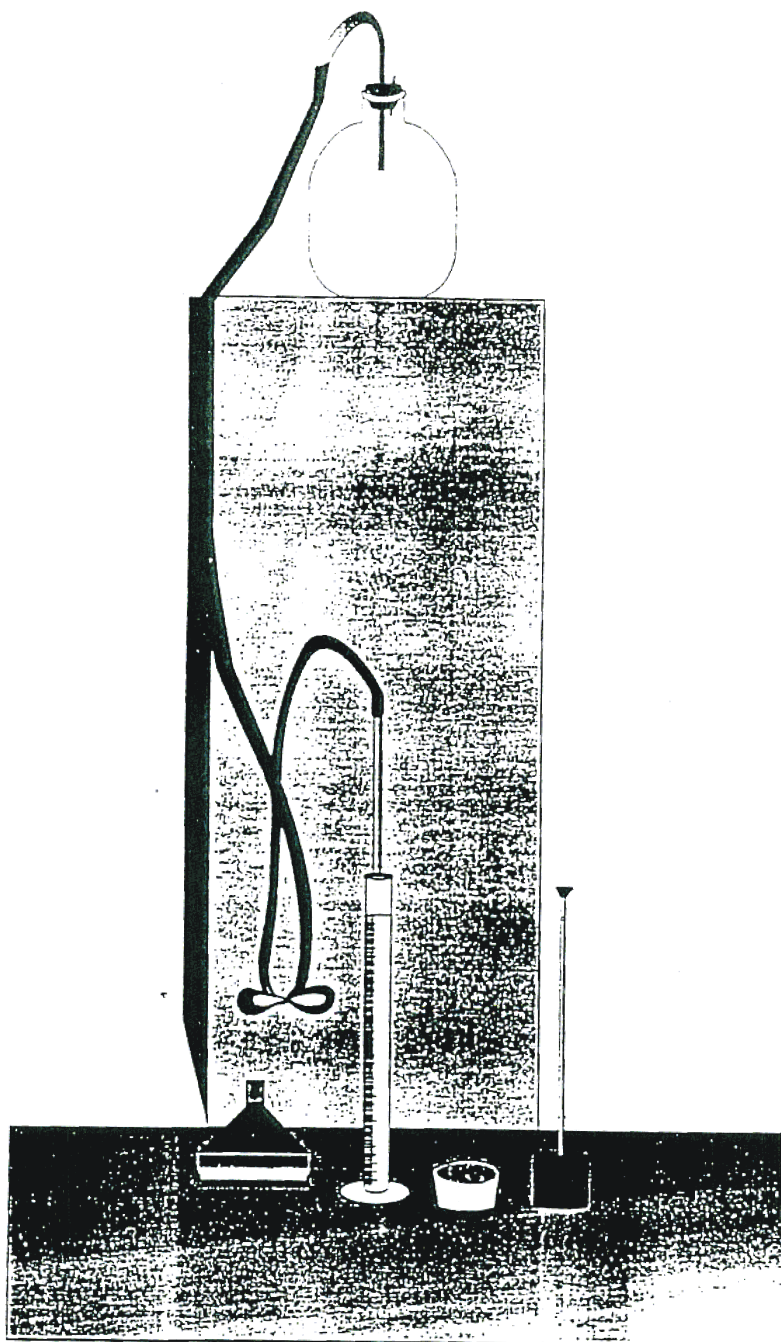
Método de Ensaio

DNER-ME 054/97

Página 6 de 10

*ANEXO NORMATIVO*

*FIGURA 1 – APARELHAGEM COMPLETA PARA A REALIZAÇÃO DO ENSAIO*



FIGURAS 2 E 3

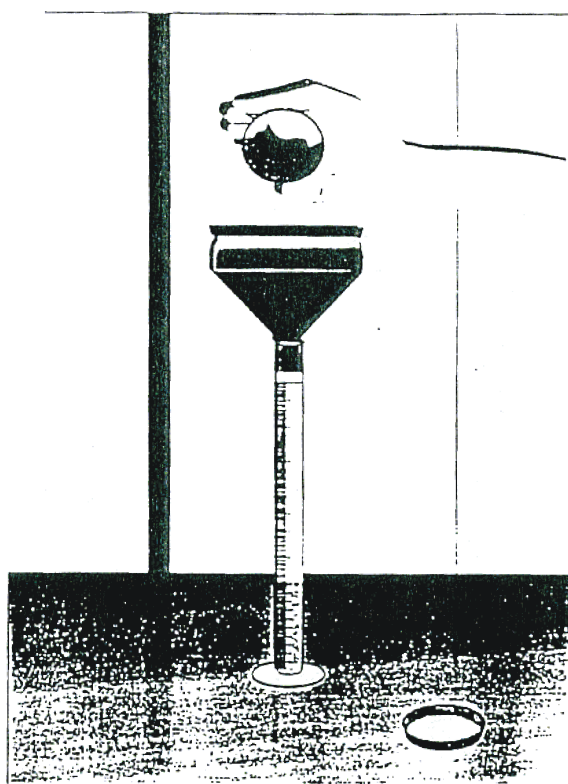


Figura 2 - Transferência de amostra contida no recipiente para proveta

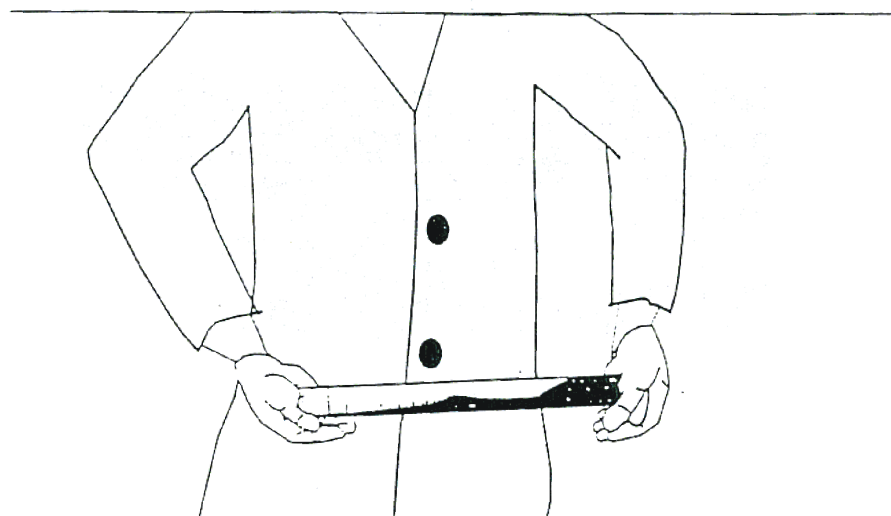


Figura 3 - Agitação manual da amostra contida na proveta

Equivalente de areia

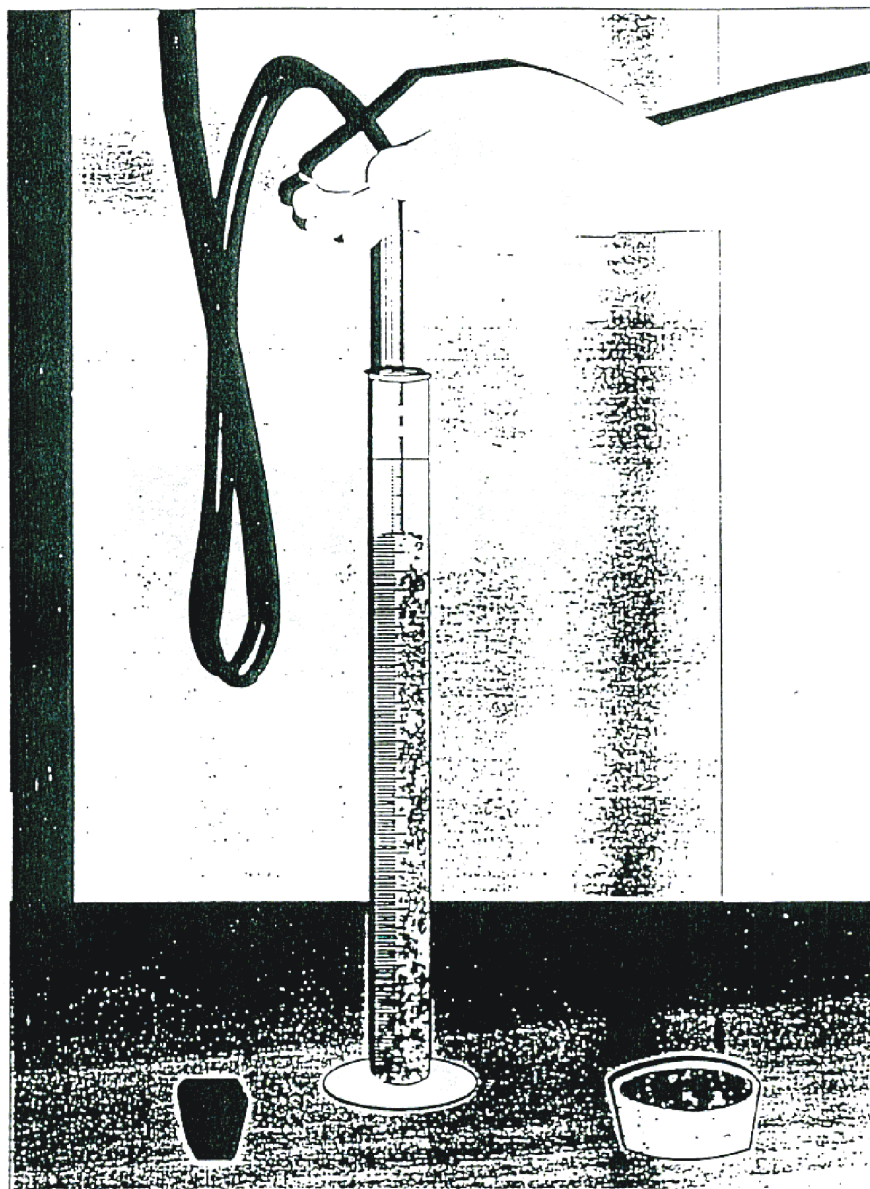
Norma Rodoviária

Método de Ensaio

DNER-ME 054/97

Página 8 de 10

*FIGURA 4 – ADIÇÃO DO LÍQUIDO COM O AUXÍLIO DO TUBO LAVADOR*





Equivalente de areia

Norma Rodoviária

Método de Ensaio

DNER-ME 054/97

Página 9 de 10

**FIGURAS 5 E 6**

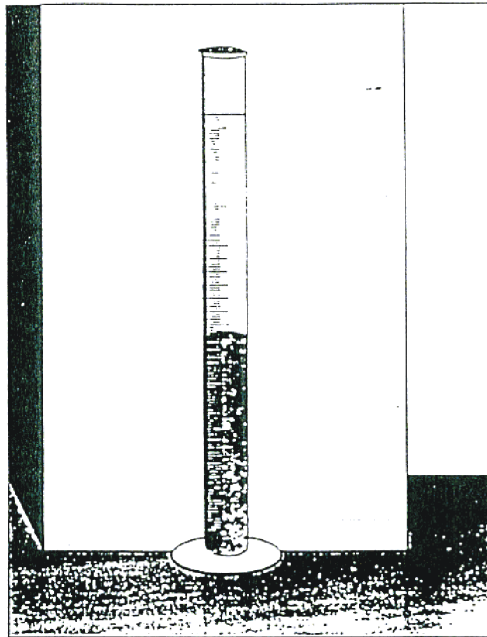


Figura 5 - Leitura da suspensão argilosa

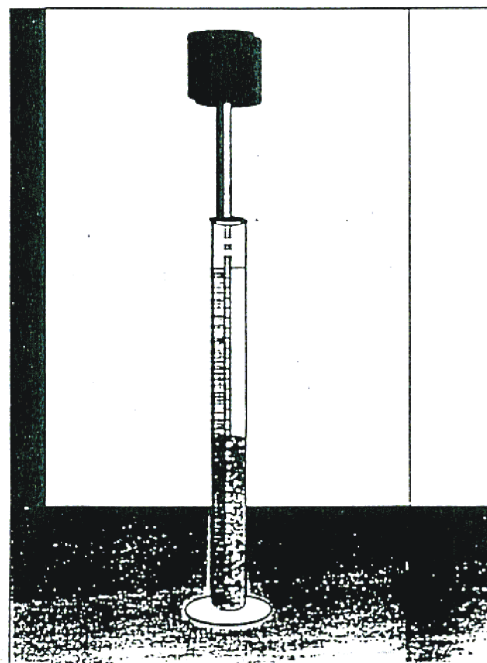


Figura 6 - Leitura do nível superior da areia

FIGURA 7 – ESQUEMA DE REALIZAÇÃO DAS MEDIDAS

