



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE  
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES  
DIRETORIA-GERAL  
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E  
PESQUISA  
INSTITUTO DE PESQUISAS EM  
TRANSPORTES  
Setor de Autarquias Norte  
Quadra 03 Lota A  
Ed. Núcleo dos Transportes  
Brasília - DF - CEP 70040-902  
Tel./fax: (61) 3315-4831

ABRIL 2024

PROJETO DE REVISÃO DE NORMA  
DNIT XXX – ME

## Equivalente de areia – Método de Ensaio

**Autor:** Instituto de Pesquisas em Transportes - IPR

**Processo:** 50600.012191/2024-47

**Origem:** Revisão da Norma DNER-ME 054/97

**Aprovada pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de XX/XX/XXXX.**

*Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.*

### Palavras-chave:

Agregado fino, proporção areia-argila, ensaio

### Nº total de páginas

8

### Resumo

Este documento estabelece a sistemática a ser empregada na 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 establishes the system to be used in determining the sand equivalent of soils or fine aggregates. Prescribes the equipment, reagents, solutions used, execution of the test and the conditions for obtaining the result.

### Sumário

Prefácio .....	1
1 Objetivo .....	1
2 Referências normativas .....	1
3 Definição .....	2
4 Aparelhagem .....	2
5 Amostra .....	2
6 Reagentes e acessórios .....	2
7 Ensaio .....	3
8 Resultado .....	4
Anexo A – Conjunto do elementos próprios para o ensaio de Equivalente de Areia .....	5

Anexo B – Exemplo visual de realização das leituras medidas das alturas em mm. ....	6
Anexo C (Informativo) – Bibliografia .....	7
Índice geral .....	8

### Prefácio

A presente Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas em Transportes – IPR, conforme a Instrução Normativa nº 20/DNIT SEDE, de 1º de novembro de 2022 e a norma 001/2023 – PRO.

Esta publicação cancela e substitui a norma DNER-ME 054/97.

### 1 Objetivo

Esta Norma estabelece a sistemática a ser empregada para a determinação do equivalente de areia de solos ou de agregados miúdos.

### 2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta Norma.

Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas ou aquela que venha a substituí-la. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas):

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER – ME 051/94 – Solo – análise granulométrica.

- b) \_\_\_\_\_. DNER – ME 035/95 – Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos.

### 3 Definição

Para os efeitos deste documento, aplica-se a seguinte definição:

#### 3.1 Equivalente de areia

Relação volumétrica, observada em uma proveta, 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, segundo condições estabelecidas neste método.

### 4 Aparelhagem

- a) Balança com capacidade de 1 kg, sensível a 0,01 g.
- b) Peneira de 4,8 mm, de acordo com a DNER-EM 035/95, ou aquela que venha a substituí-la.
- c) Proveta cilíndrica, transparente, de vidro ou matéria plástica, de 32 mm de diâmetro interno e cerca de 43 cm de altura, graduada de 2 mm 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.
- d) 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.
- e) 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.
- f) Mangueira flexível de 5 mm de diâmetro interno e 120 cm de comprimento, com uma pinça de Mohr ou dispositivo similar para interromper o escoamento.
- Este tubo é usado para ligar o tubo lavador ao sifão.

- g) 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.
- h) Recipiente de medida com capacidade de 85 ml  $\pm$  5 ml.
- i) Funil para colocar o solo na proveta.

NOTA 1: A Figura A1 e a Figura A2, Anexo A, mostram a aparelhagem completa para determinação do equivalente de areia e o exemplo de um agitador de proveta mecanizado, próprio para ensaio

### 5 Amostra

A quantidade de amostra a ser obtida deve ser suficiente para produzir pelo menos 1500 g de material passante na peneira de abertura 4,8 mm.

A amostra a ser usada é aquela composta pelo material passante na peneira de abertura 4,8 mm.

Se a amostra inicial não estiver úmida, deverá ser umedecida antes do peneiramento.

Se o material retido 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.

Dividir ou quarterar cuidadosamente 1000 g a 1500 g da amostra passante na peneira 4,8 mm para produzir material representativo.

### 6 Reagentes e acessórios

#### 6.1 Preparo de soluções

##### 6.1.1 Material

- a) cloreto de cálcio anidro, grau técnico;
- b) glicerina U.S.P;

- c) solução de formaldeído a 40 %, em volume;
- d) papel-filtro Whatmann n.º 12 ou equivalente.

#### 6.1.1.1 Solução concentrada

- 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 Whatman n.º 12 ou equivalente.
- c) Adicionar 2510 g de glicerina a 57,5 g de solução de formaldeído, agitar bem e completar com água destilada até atingir o volume de 5 l.

#### 6.1.1.2 Solução de trabalho

Utilizar 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 (alínea c) da seção 4) até 15,5 cm de altura.

## 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. Verificado 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 que deve estar cheio de amostra preparada e rasada na superfície. O conteúdo do recipiente corresponde a cerca de 110 g de material solto.
- d) 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. Na sequência, a proveta deve ficar em repouso por 10 minutos.
- e) Após o período de 10 minutos, tapa-se a proveta, com a rolha de borracha, e a agita vigorosamente, num movimento alternado, horizontalmente.
- f) Executam-se 90 ciclos em aproximadamente 30 segundos, com um deslocamento de cerca de 20 cm. Cada ciclo compreende um movimento completo de vaivém. Pode ser usado, preferencialmente, um agitador de proveta nesta etapa.
- g) Para uma agitação manual satisfatória (se for o caso) é necessário que o operador faça o movimento apenas com os antebraços.
- h) Após a etapa de agitação, posicionar a proveta na vertical, remover a rolha e introduzir o tubo lavador.
- i) Lavar as paredes rapidamente e logo em seguida inserir o tubo até o fundo da proveta. 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.
- j) 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.
- k) Regular o escoamento pouco antes de se retirar completamente o tubo e ajustar o nível naquele traço de referência. Deixar repousar por 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.
- l) Após o período de 20 minutos, determinar o nível superior da suspensão argilosa, efetuando a leitura com precisão de 2 mm (Figura B1, Anexo B).
- m) 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 se torne 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.
- n) Determinar o nível do centro de um dos parafusos de ajustagem e adotá-lo como leitura correspondente

ao nível superior da areia. 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).

NOTA 4: Os esquemas de realização de medidas a serem usadas no cálculo do ensaio estão representados na Figura A2 do Anexo A.

NOTA 5: Imediatamente após o ensaio, lavar a proveta, não a deixando sob a ação da luz direta do sol mais que o necessário.

## 8 Resultado

Calcula-se o equivalente de areia como se segue:

$$EA = \frac{\text{Leitura no topo da areia}}{\text{Leitura no topo da argila}} \times 100 \quad (1)$$

Ou:

$$EA = \frac{d_2 - k}{380 - d_1} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

EA é o Equivalente de Areia, expresso em percentagem (%);

$d_1$  é a distância do traço de referência superior da proveta ao nível da suspensão argilosa, expresso em milímetros (mm);

$d_2$  é a distância do topo do disco que se apoia na boca da proveta à base inferior do cilindro do pistão quando a sapata estiver apoiada na areia, expresso em milímetros (mm);

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

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

\_\_\_\_\_/Anexo A

Anexo A – Conjunto dos elementos próprios para o ensaio de equivalente de areia



Figura A1 – Aparelhagem específica usada no ensaio de determinação de Equivalente de Areia. (1) Provetas graduadas. (2) conjunto de soquete de latão, disco perfurado e sapata, (3) funil, (4) tampa (rolha de borracha), (5) cápsula de alumínio, (6) cronômetro, (7) régua, (8) tubo lavador, (9) garrafão de 5 L e (10) tubo lavador.



Figura A2 – Exemplo de agitador de proveta mecanizado.

Anexo B – Exemplo visual de realização das leituras medidas das alturas em mm.

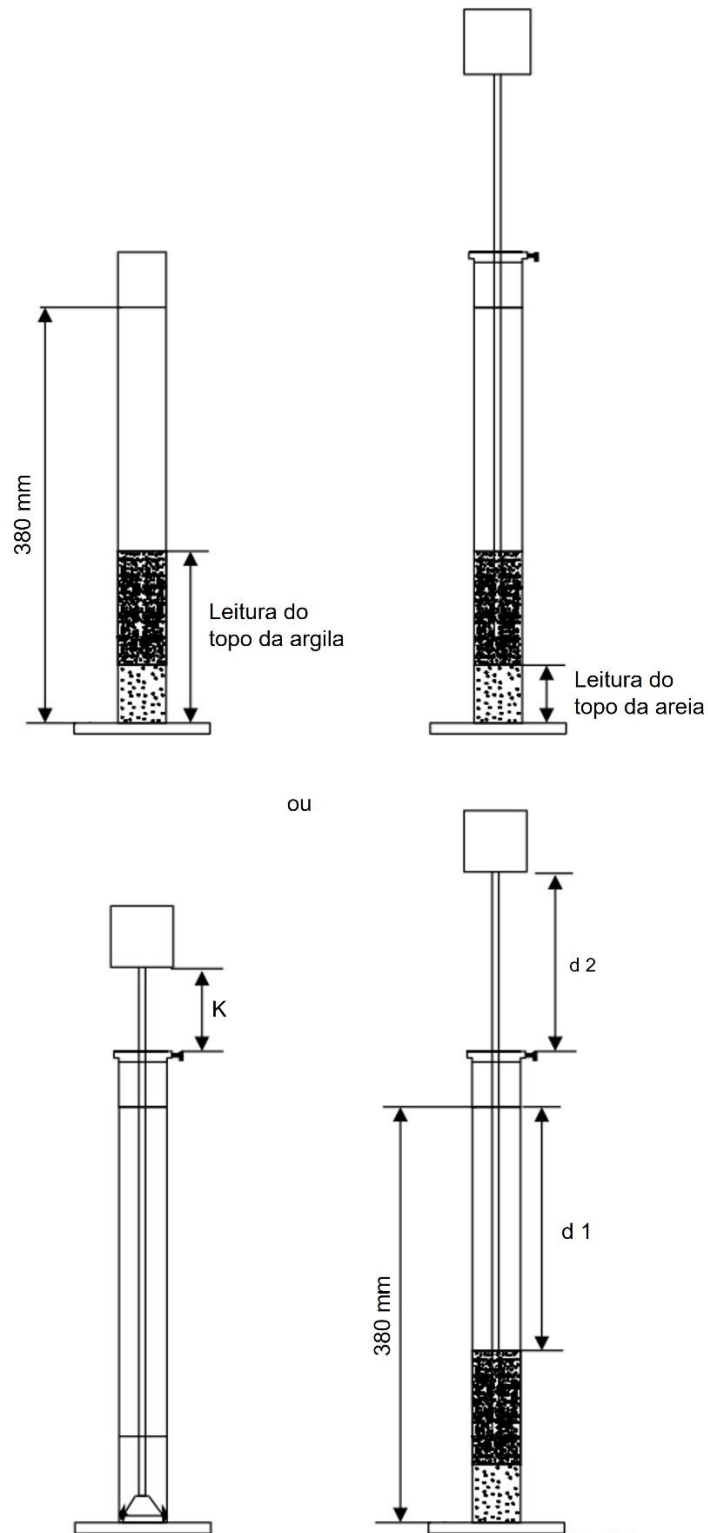


Figura B1 – Exemplo visual das duas formas de cálculo do parâmetro de equivalente de areia.

**Anexo C (Informativo) – Bibliografia**

- a) AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. AASHTO T 176 - 6 (2022); Plastic fines in graded aggregates and soils by the use of the sand equivalent test.
- b) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D2419 – 2022. Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate.
- c) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12052. Solo ou agregado miúdo - Determinação do equivalente de areia. 1992.
- d) DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS E RODAGEM. DAER/RS-EL 006/01. Determinação do equivalente de areia. Manual de Ensaios,

\_\_\_\_\_ /Índice Geral

PROJETO DE REVISÃO DE NORMA

## Índice geral

Abstract.....	1	Material.....	6.1.1.....	2	
Amostra.....	5.....	2	Objetivo.....	1.....	1
Anexo A – Conjunto dos elementos próprios para o ensaio de equivalente de areia.....	5	Prefácio.....		1	
Anexo B – Exemplo visual de realização das leituras medidas das alturas em mm.....	6	Preparo de soluções.....	6.1.....	2	
Anexo C (Informativo) – Bibliografia.....	7	Reagentes e acessórios.....	6.....	2	
Aparelhagem.....	4.....	2	Referências normativas.....	2.....	1
Definição.....	3.....	2	Resultado.....	8.....	4
Ensaio.....	7.....	3	Resumo.....		1
Equivalente de Areia.....	3.1.....	2	Solução concentrada.....	6.1.1.1.....	3
Índice geral.....	8	Solução de trabalho.....	6.1.1.2.....	3	
		Sumário.....		1	

PROJETO DE REVISÃO DE NORMA