DNIT

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

AGOSTO 2024	NORMA DNIT 450/2024 – 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 06/08/2024.

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:	Nº total de páginas
Agregado fino, proporção areia-argila, ensaio	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 3

7 Ensaio 3

8 Resultado 4

Anexo A (informativo) – Conjunto dos elementos próprios para o ensaio de equivalente de areia 5

Anexo B (informativo) – 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 DNIT 001/2023 – PRO.

Esta publicação cancela e substitui a norma DNER-ME 054/97, a qual foi tecnicamente revisada.

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. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas):

a) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER – EM 035/95: Peneiras de malhas quadradas para análise granulométrica de solos.

b) _____. DNER – ME 051/94: Solos – Análise granulométrica.

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 sensibilidade de 0,1 g.

b) Peneira de 4,8 mm, de acordo com a DNER-EM 035/95, ou aquela que venha a substitui-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 ± 5 ml.

i) Funil para colocar o solo na proveta.

j) Repartidor de amostras.

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

5 Amostra

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

b) Se a amostra inicial não estiver úmida, deverá ser levemente umedecida antes do peneiramento, a fim de evitar a perda de finos durante o peneiramento.

c) Se o material retido apresentar finos aderentes que não se desprendam durante o peneiramento, deve-se esfregá-lo com as mãos, juntando-se os finos resultantes ao material que passou na peneira.

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

e) Passar a amostra pelo repartidor, para homogeneização, pelo menos três vezes.

f) Reduzir o material homogeneizado no repartidor ou quarteador até que atinja cerca de 110 g, quantidade

suficiente para preencher a cápsula padronizada. A superfície da cápsula deve ser rasada.

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 Whatman 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° 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 uma cápsula padronizada, que deve estar toda ocupada com a amostra e rasada na superfície, com 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 inicia-se o processo de agitação, utilizando, preferencialmente um agitador de proveta.

f) Para uma agitação manual satisfatória (se for o caso) é necessário que o operador faça o movimento apenas com os antebraços.

g) Executam-se 90 ciclos em aproximadamente 30 segundos, com um deslocamento de cerca de 20 cm. Cada ciclo compreende um movimento completo de vaivém.

h) Após a etapa de agitação, posicionar a proveta na vertical, remover a rolha e introduzir o tubo lavador.

i) Lavar rapidamente as paredes da rolha e do tubo até que todo o material ali retido seja carregado. Logo em seguida inserir o tubo até o fundo da proveta devendo-se assegurar que levante de todo o material argiloso eventualmente existente, seja levantado, sem transbordar. Esta operação deve ser acompanhada de um 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, conforme a Figura B1, Anexo B.

m) Introduzir o pistão cuidadosamente na proveta até assentar completamente na areia. 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. Girar a haste ligeiramente, sem empurrá-la para baixo, até que um dos parafusos de ajustagem se torne visível.

n) 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 B1, Anexo B.

o) 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:

$$EA = \frac{Leitura\ no\ topo\ da\ areia}{Leitura\ no\ topo\ da\ argila}\ x\ 100 \qquad (1)$$

Onde:

EA é o Equivalente de Areia, expresso em porcentagem (%).

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

Caso a variação entre as determinações individuais e a média seja superior a 5 %, o ensaio deve ser refeito desde o início.

Após refazer o ensaio, caso a variação do novo resultado ainda seja superior a 5 %, o resultado final deve ser obtido pela média aritmética das três determinações iniciais e das três finais, totalizando seis, realizadas, expresso em porcentagem, arredondando-se para o número inteiro mais próximo.

_____/Anexo A

Anexo A (informativo) – 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

Anexo B (informativo) – Exemplo visual de realização das leituras medidas das alturas em mm

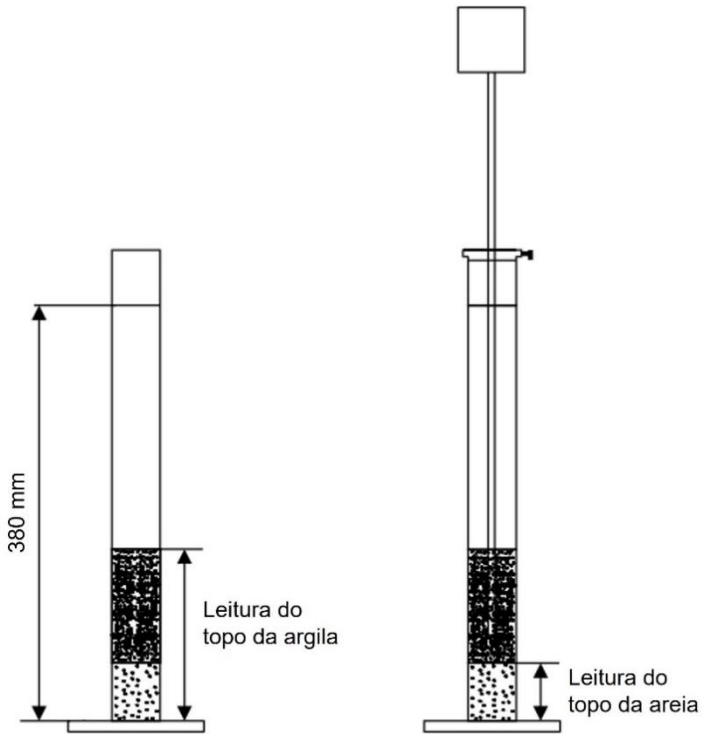


Figura B1 – Exemplo ilustrativo para visualização de leitura do topo da argila e da areia para posterior cálculo do parâmetro de equivalente de areia

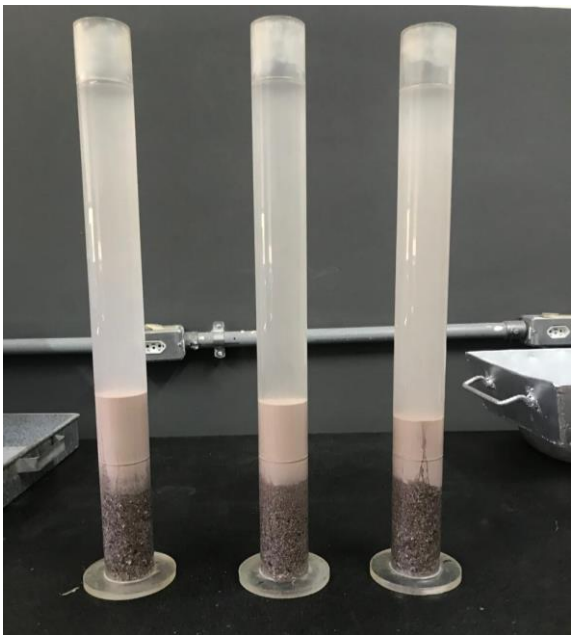


Figura B2 – Exemplo visual da realização do ensaio de equivalente de areia

_____/Anexo C

Anexo C (informativo) – Bibliografia

a) AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. AASHTO T 176 (2022). Standard Method of Test for Plastic Fines in Graded Aggregates and Soils by 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 12052:1992. Solo ou agregado miúdo – Determinação do equivalente de areia – Método de ensaio.

d) DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM. DAER/RS-EL 006/01. Determinação do equivalente de areia. Manual de Ensaios.

_____/Índice geral

Índice geral

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