



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

DEZEMBRO 2020

NORMA DNIT 429/2020 - ME

Agregados – Determinação da porcentagem de partículas achatadas e alongadas em agregados graúdos - Método de ensaio

Autor: Instituto de Pesquisas em Transportes - IPR

Processo: 50600.009308/2020-81

Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de 14/12/2020.

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 graúdo, forma da partícula, partículas achatadas, partículas alongadas | 8 |

Resumo

Este documento apresenta os procedimentos para obtenção da porcentagem de partículas achatadas e alongadas de agregados graúdos, em que partículas individuais de agregados, previamente selecionadas e de diferentes tamanhos de peneira, são medidas para determinar as razões entre suas dimensões (comprimento e espessura). A forma da partícula do agregado graúdo influencia nas propriedades do esqueleto mineral da mistura asfáltica (intertravamento) e podem afetar a aplicação e compactabilidade.

Abstract

This document presents the procedures for obtaining the percentage of flat and elongated particles of coarse aggregates, in which individual particles of aggregates, previously selected and of different sieve sizes, are measured to determine the ratios of length to thickness. The particles shape of coarse aggregates influences the properties of asphalt mixes mineral structure and may affect their application and compaction.

Sumário

| | |
|--------------------------------|---|
| Prefácio | 1 |
| 1 Objetivo..... | 1 |
| 2 Referências normativas | 2 |
| 3 Definições | 2 |
| 4 Aparelhagem..... | 2 |

| | |
|---|---|
| 5 Formação da amostra | 2 |
| 6 Execução do ensaio..... | 3 |
| 7 Cálculos | 3 |
| 8 Resultados | 3 |
| Anexo A (Informativo) – Ilustrações | 5 |
| Anexo B (Informativo) – Exemplo de cálculo..... | 6 |
| Anexo C (Informativo) – Bibliografia..... | 7 |
| Índice geral..... | 8 |

Prefácio

A presente Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas em Transportes – IPR/DPP, para servir como documento base, visando estabelecer os procedimentos para determinar a porcentagem de partículas achatadas e alongadas de agregados graúdos. A criação desta Norma procede dos estudos e pesquisas realizados no âmbito do Termo de Execução Descentralizada – TED nº 682/2014 firmado com a COPPE/UFRJ, para o desenvolvimento de método mecanístico-empírico de dimensionamento de pavimento asfáltico. Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009 - PRO.

1 Objetivo

Esta Norma estabelece o método para determinação da porcentagem de partículas achatadas e alongadas em agregados graúdos utilizando o calibre, a partir da razão

dimensional entre o comprimento (dimensão máxima) e a espessura (dimensão mínima) de cada partícula.

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 - Especificação de material.
- b) _____. DNER – PRO 120/97: Coleta de amostras de agregados - Procedimento.
- c) _____. DNER – PRO 199/96: Redução de amostra de campo de agregados para ensaio de laboratório – Procedimento.
- d) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 412 – ME: Pavimentação - Misturas asfálticas - Análise granulométrica de agregados graúdos e miúdos e misturas de agregados por peneiramento – Método de ensaio.

3 Definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições:

3.1 Partículas achatadas e alongadas de agregado graúdo

Partículas de agregado graúdo cuja razão entre a maior dimensão e a menor dimensão da partícula é maior que um valor especificado.

3.2 Tamanho nominal máximo (TNM)

É o tamanho de abertura de malha da peneira imediatamente acima daquela que retém mais que 10 % das partículas da amostra do agregado.

3.3 Comprimento

Maior dimensão da partícula conforme Figura A1 (Anexo A).

3.4 Espessura

Menor dimensão da partícula, sendo a dimensão máxima perpendicular ao comprimento e a largura, conforme Figura A1 (Anexo A).

4 Aparelhagem

4.1 Cálibre proporcional

O dispositivo calibre proporcional, ilustrado na Figura A2 (Anexo A), consiste em uma base com duas referências fixas e um braço oscilante, montado entre as referências, de modo que as aberturas entre os braços e as referências mantenham relação constante. A posição do eixo pode ser ajustada para fornecer a razão desejada de dimensão de abertura. A Figura A2 ilustra um modelo de dispositivo no qual as relações entre a maior e menor dimensões de 2:1, 3:1, 4:1 e 5:1 podem ser estabelecidas.

4.2 Peneiras

Peneiras de malhas quadradas com caixilhos metálicos e aberturas nominais (DNER – EM 035/95), em milímetros, de: 75; 63; 50; 37,5; 25; 19; 12,5; 9,5 e 4,75.

4.3 Balança

Balança com precisão de leitura dentro de 0,5 % da massa da amostra ensaiada.

4.4 Estufa

Estufa capaz de manter a temperatura em (110 ± 5) °C.

5 Formação da amostra

- a) Efetuar amostragem dos agregados graúdos conforme DNER - PRO 120/97;
- b) Misturar a amostra e reduzir em uma quantidade adequada para o ensaio conforme DNER - PRO 199/96;

c) A massa mínima de amostra do ensaio deverá ser conforme se indica na Tabela 1:

Tabela 1 – Massa mínima por amostra de ensaio

| Tamanho nominal máximo dos agregados, mm | Massa mínima de amostra para o ensaio, kg |
|--|---|
| 9,5 | 1 |
| 12,5 | 2 |
| 19,0 | 5 |
| 25,0 | 10 |
| 37,5 | 15 |
| 50 | 20 |
| 63 | 35 |
| 75 | 60 |

6 Execução do ensaio

a) Se for requerida a determinação por massa, secar em estufa a (110 ± 5) °C até massa constante. Se a determinação for por contagem de partículas, a secagem não é necessária;

b) Peneirar a amostra a ser ensaiada de acordo com o método DNIT 412 – ME, até a peneira 9,5 mm ou 4,75 mm, conforme for requerido para o ensaio;

c) Determinar a porcentagem retida em cada tamanho de peneira com aproximação de 0,1 %. As frações retidas em cada tamanho de peneira que contenham menos que 10 % da massa da amostra original total não devem ser ensaiadas e podem ser descartadas;

d) Para cada fração de tamanho de peneira com 10 % ou mais da amostra original, utilizar no mínimo 200 partículas. Para as frações que tenham muito mais que 200 partículas, estas podem ser quarteadas, até atingirem aproximadamente essa quantidade. Registrar a nova massa de cada fração onde for aplicada a redução;

e) Avaliar cada uma das partículas por fração de tamanho de peneira, utilizando o calibre proporcional, na razão estabelecida para o ensaio (2:1, 3:1, 4:1, 5:1). Exemplo: Figura A4 (Anexo A);

f) Colocar o comprimento máximo da partícula na maior abertura do calibre, e ajustá-la nessa abertura. Depois passar a espessura da mesma partícula pela menor abertura. Se a espessura da partícula passar completamente pela menor abertura do calibre, a partícula é considerada achatada e alongada;

g) Separar as partículas de cada fração de tamanho de peneira em dois grupos: (1) não achatadas e alongadas e (2) achatadas e alongadas, conforme Figura A3 (Anexo A);

h) Após a classificação nos grupos descritos acima, determinar a massa de cada grupo por fração de tamanho de peneira.

7 Cálculos

a) Determinar a porcentagem de partículas achatadas e alongadas com aproximação de 1 % para cada fração de tamanho ensaiado maior que 9,5 mm ou 4,75 mm (conforme requerido no ensaio), a partir da seguinte equação:

$$P_i = \frac{CA}{T} * 100 \quad (1)$$

Onde:

P_i – porcentagem de partículas achatadas e alongadas da fração de tamanho testada i;

CA – massa ou quantidade das partículas achatadas e alongadas da fração i;

T – massa ou quantidade total das partículas da fração i.

b) Determinar a porcentagem média ponderada das partículas achatadas e alongadas. O cálculo é baseado na massa ou quantidade de cada uma das porções visando refletir a porcentagem total de partículas fraturadas em toda a amostra. Ver exemplo no Anexo B.

8 Resultados

Os resultados devem ser apresentados em um relatório contendo as seguintes informações:

a) Identificação do agregado graúdo ensaiado;

b) Graduação da amostra de agregados original, relatando a porcentagem retida em cada peneira;

c) Número de partículas ensaiadas para cada fração de tamanho de peneira ensaiado ou massa (se for calculado em função da massa);

d) Porcentagens, calculadas pela contagem ou por massa, das partículas achatadas e alongadas para cada fração de tamanho de peneira ensaiado;

f) Porcentagem média ponderada das partículas achatadas e alongadas, com base nas proporções das frações de tamanho de peneira ensaiados.

e) A razão dimensional usada em cada ensaio;

_____/Anexo A

Anexo A (Informativo) – Ilustrações



Figura A1 – Definição das dimensões de uma partícula de agregado graúdo.



Figura A2 – Cálibre proporcional para medir partículas achatadas e alongadas.



Figura A3 – Foto de dois agregados: Agregado (1) partícula não achatada e alongada e Agregado (2) partícula achatada e alongada.

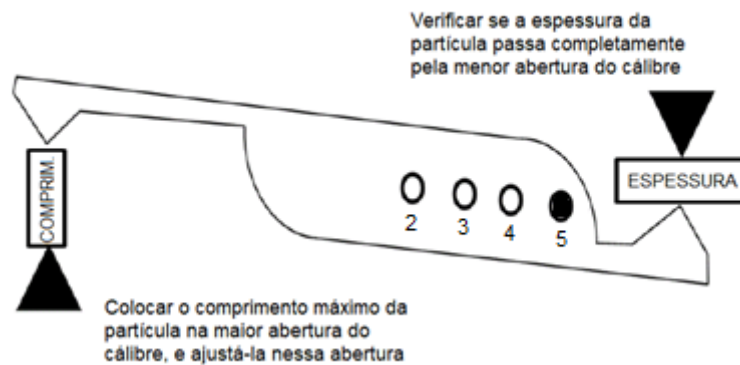


Figura A4 – Uso do cálibre proporcional para definir partículas achatadas e alongadas.

Anexo B (Informativo) – Exemplo de cálculo

Tabela B1 – Determinação da Porcentagem de Partículas Achatadas e Alongadas

Massa da amostra
a ensaiar (g) 2468,60

| Ø Peneira | | Granulometria | | Observação |
|-----------|------|------------------|--------------|------------------|
| # | mm | massa retida (g) | % retido | |
| 1 " | 25,0 | | | |
| 3/4 " | 19,0 | | | |
| 1/2" | 12,5 | 102,30 | 4,1% | descartada |
| 3/8" | 9,5 | 2118,10 | 85,8% | > 200 partículas |
| nº 4 | 4,75 | 248,20 | 10,1% | > 200 partículas |

RAZÃO DIMENSIONAL 3

| Tamanho das Frações | COLUNA A | COLUNA B | COLUNA C | COLUNA D |
|---------------------|---------------------------------------|--|--|-----------------------------------|
| | % de cada fração em relação à amostra | Massa de cada fração achatada e alongada | % part. achatada e alongada em cada fração | % ponderado de cada fração (A*C) |
| - | | | | |
| 25,0- 19,0 | | | | |
| 19,0 - 12,5 | | | | |
| 12,5 - 9,5 | 85,8% | 123,70 | 5,84% | 5,0% |
| 9,5 -4,75 | 10,1% | 45,10 | 18,17% | 1,8% |
| Σ 1 | 95,86% | | Σ2 | 6,8% |

| | |
|---|--------------|
| % média ponderada das partículas achatadas e alongadas (Σ2/Σ1) | 7,13% |
|---|--------------|

Anexo C (Informativo) – Bibliografia

- a) AMERICAN SOCIETY FOR TEST AND MATERIALS. ASTM D 4791/10 - Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Aggregate. West Conshohocken, PA, 2010.
- b) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7809:2019: Agregado graúdo – Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2019.
- c) INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE - IMT. Manual de Ensayos para Laboratorio: Agregados (AG) para mezclas asfálticas. Publicación Técnica No. 551. Sanfandlia, Querétaro, 2019.

_____/índice Geral

Índice geral

| | | | | | |
|---|-----|----------------------------------|--|----------|--------|
| Abstract..... | 1 | Formação da amostra | 5 |2 | |
| Anexo A (Informativo) – Fotos..... | 5 | Índice geral..... | 8 |8 | |
| Anexo B (Informativo) – Exemplo de cálculo..... | 6 | Objetivo | 1 |1 | |
| Anexo C (Informativo) – Bibliografia | 7 | Part. achatadas e alongadas..... | 3.1..... | 2 | |
| Aparelhagem..... | 4 |2 | Peneiras | 4.2..... | 2 |
| Balança | 4.3 |2 | Prefácio | 1 |1 |
| Cálculos | 7 |3 | Referências normativas..... | 2 |2 |
| Cálibre proporcional | 4.1 |2 | Resultados..... | 8 |3 |
| Comprimento..... | 3.3 |2 | Resumo | 1 |1 |
| Definições | 3 |2 | Sumário | 1 |1 |
| Espessura | 3.4 |2 | Tabela 1 – Massa mínima por amostra de ensaio..... | 3 |3 |
| Estufa..... | 4.4 |2 | Tamanho nominal máximo (TNM) | 3.2..... | 2 |
| Execução do ensaio..... | 6 |3 | | | |
