



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

SETEMBRO 2020

NORMA DNIT 428/2020 - ME

Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados – Método de ensaio

Autor: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR

Processo: 50600.030679/2019-99

Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de 14/09/2020.

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
Densidade relativa aparente, massa específica aparente, corpos de prova compactados, misturas asfálticas	12

Resumo

Este documento apresenta o procedimento para determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados de misturas asfálticas, moldados em laboratório ou extraídos da pista. Este ensaio pode ser aplicado tanto em projetos de dosagem de misturas asfálticas, quanto na avaliação e controle das misturas no campo.

Abstract

This document presents the procedure to the determination of bulk specific gravity and density of laboratory compacted specimens of asphalt mixtures or samples extracted in-situ. This test can be applied both in dosage projects for asphalt mixtures and in the evaluation and control of these mixtures in-situ.

Sumário

Prefácio.....	1
1 Objetivo.....	2
2 Referências normativas	2
3 Definições	2
4 Aparelhagem.....	2
5 Formação da amostra.....	3
6 Execução do ensaio.....	3
7 Cálculos	6

8 Resultados	7
9 Precisão	7
Anexo A (Informativo) – Precisão.....	9
Anexo B (Informativo) – Fotos.....	10
Anexo C (Informativo) – Bibliografia.....	11
Índice geral.....	12

Prefácio

A presente norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DPP, para servir como documento base, visando estabelecer o procedimento para determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados.

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.

Este documento está formatado de acordo com a Norma DNIT 001/2009-PRO.

Esta norma cancela e substitui a norma DNER-ME 117/94.

1 Objetivo

Esta norma estabelece o procedimento para determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados de misturas asfálticas, moldados em laboratório ou extraídos de pista.

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) AMERICAN SOCIETY FOR TEST AND MATERIALS. ASTM D5361/D5361M – *Standard Compacted Asphalt Mixtures for Laboratory Testing*.
- b) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 427 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação da densidade relativa máxima medida e da massa específica máxima medida em amostras não compactadas – Método de ensaio.
- c) _____. DNIT 178 – PRO – Pavimentação asfáltica – Preparação de corpos de prova para ensaios mecânicos usando o compactador giratório Superpave ou o Marshall – Procedimento.

3 Definições

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

3.1 Vazios

Espaços não preenchidos entre as partículas de agregado recobertas com ligante asfáltico em uma mistura asfáltica compactada (espaços com ar). A porcentagem de vazios é a razão entre o volume de vazios e o volume total do corpo de prova compactado.

3.2 Absorção de água

Se refere a água absorvida em vazios permeáveis à água e não preenchidos com asfalto, nos poros das partículas e aquela que preenche os vazios não conectados e os vazios interconectados entre as partículas de agregado.

3.3 Densidade relativa aparente do corpo de prova

Razão entre a massa de um corpo de prova e a massa de igual volume de água por ele ocupado, ambas a temperatura do ensaio (adimensional).

3.4 Massa específica aparente do corpo de prova

Razão entre a massa de um corpo de prova e seu volume, expressa em gramas por centímetro cúbico, à temperatura do ensaio.

3.5 Densidade relativa máxima medida

Razão entre a massa da mistura asfáltica não compactada (solta) e a massa de água por ela ocupada, ambas à temperatura do ensaio, medidas em laboratório (densidade Rice).

4 Aparelhagem

4.1 Balança

Para os corpos de prova com aproximadamente 100,0 mm de diâmetro, balança com capacidade mínima de 2.000,0 g; no caso de corpos de prova com aproximadamente 150,0 mm de diâmetro, a capacidade mínima da balança é de 5.000,0 g. As balanças devem apresentar resolução de 0,1 g e ter sistema para pesagem hidrostática.

4.2 Banho de água

Banho com capacidade para abrigar no mínimo três corpos de prova, de modo a garantir uma lâmina de água de no mínimo 25,0 mm acima dos corpos de prova, capaz de controlar a temperatura em $(25,0 \pm 1,0)$ °C e de manter constante o nível de água durante a imersão dos corpos de prova.

4.3 Termômetro

Termômetro capaz de medir a temperatura da água do banho da pesagem hidrostática do corpo de prova, entre 20,0 °C e 30,0 °C, com resolução de 0,1 °C.

4.4 Estufa

Estufa capaz de manter a temperatura uniforme em $(110,0 \pm 5,0)$ °C.

4.5 Paquímetro

Paquímetro com resolução de 0,1 mm.

4.6 Cronômetro

Cronômetro ou relógio com leitura em minutos e segundos.

4.7 Filme plástico de PVC

Filme plástico resistente e capaz de envolver o corpo de prova.

4.8 Placas de espuma de poliuretano

Cada placa com espessura aproximada de 12,5 mm e tamanho suficiente para comportar um corpo de prova.

4.9 Cilindro de calibração

Cilindro de alumínio maciço com superfícies lisas e dimensões aproximadas de 100,0 mm de diâmetro e 60,0 mm de altura.

5 Formação da amostra

A amostra é constituída por corpos de prova cilíndricos preparados em laboratório ou extraídos do campo por sonda rotativa. Devem ser compactados conforme a norma DNIT 178 – PRO, no caso de amostras preparadas em laboratório, e para amostras retiradas do campo, seguir a norma ASTM D5361/D5361M. Devem ser armazenados sobre uma das faces, em superfície plana, à temperatura ambiente, sem empilhamento.

É recomendado que o diâmetro dos corpos de prova seja, pelo menos, igual a quatro vezes o tamanho máximo do agregado e que a espessura dos corpos de prova seja, pelo menos, 1,5 vezes o tamanho máximo do agregado.

NOTA 1: A extração de corpo de prova de pista (campo) ou de molde de compactação, feita de maneira cuidadosa, evita danos como empenamento, trincamento e perda de material. O corpo de prova de campo deve ter faces regulares e estar isento de materiais contaminantes.

6 Execução do ensaio

6.1 Para volume de vazios $\leq 7\%$ e com absorção de água pelo corpo de prova $\leq 2\%$ por volume

Para corpos de prova preparados em laboratório completamente secos e livres de umidade e solventes, iniciar os procedimentos a partir do item 6.1.1 e seguir até 6.1.3. Para corpos de prova extraído da pista, se contiver umidade e solventes, realizar os procedimentos descritos a partir do item 6.1.2 e seguir até 6.1.4.

6.1.1 Massa do corpo de prova seco (a)

Determinar a massa do corpo de prova após ter permanecido em temperatura de $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ por no mínimo 2 h. Designar esta medida como A.

6.1.2 Massa do corpo de prova na água

Submergir completamente o corpo de prova por um período de 3 a 5 minutos no banho de água à temperatura de $(25,0 \pm 1,0)^\circ\text{C}$, para determinar, por pesagem hidrostática, a sua massa na água. Designar esta medida como B.

NOTA 2: O corpo de prova é submerso em suspensão dentro de cesta metálica conectada à balança por um fio fino, estando este conjunto tarado.

NOTA 3: Se a temperatura do corpo de prova diferir em mais de $2,0^\circ\text{C}$ da temperatura da água do banho, deve ficar submerso por 10 a 15 minutos, antes da determinação da sua massa na água.

6.1.3 Massa do corpo de prova compactado na condição saturado com a superfície seca

Após determinar a massa do corpo de prova na água, removê-lo do banho, secá-lo rapidamente com um pano levemente umedecido e determinar a sua massa exposta ao ar. Designar esta medida como C.

6.1.4 Massa do corpo de prova seco (b)

Após determinar a massa do corpo de prova na condição saturada com a superfície seca, secá-lo até obter massa constante em estufa na temperatura de $(110,0 \pm 5,0)^\circ\text{C}$. Deixar resfriar e determinar a massa do corpo de prova

exposto à temperatura de $(25,0 \pm 1,0)$ °C por no mínimo 2 horas. Designar esta medida como A.

NOTA 4: Massa constante é obtida quando a variação de consecutivas pesagens, em secagem, for menor que 0,05%, feitas em intervalos de 15 minutos.

6.1.5 Porcentagem de água absorvida pelo corpo de prova

Determinar o percentual de água absorvida pelo corpo de prova utilizando a Equação 1:

$$\% \text{ de água absorvida} = 100 \times \frac{(C-A)}{(C-B)} \quad (1)$$

Onde:

A – massa do corpo de prova seco, expressa em gramas (g);

B – massa do corpo de prova submerso na água, expressa em gramas (g);

C – massa do corpo de prova saturado com a superfície seca, expressa em gramas (g).

NOTA 5: Comprovando que a porcentagem de água absorvida é inferior ou igual a 2%, estas determinações são suficientes para o cálculo da massa específica aparente, prosseguir para o item 7. Caso a porcentagem de água absorvida seja superior a 2%, prosseguir para o item 6.2.

6.2 Para volume de vazios $\leq 7\%$ e com absorção de água pelo corpo de prova $> 2\%$ por volume

6.2.1 Massa do corpo de prova seco

Secar o corpo de prova com auxílio de ventilação forçada até massa constante. Após constância de massa, determinar a massa do corpo de prova seco exposto à temperatura de $(25,0 \pm 1,0)$ °C por pelo menos 2 horas. Designar esta medida como D.

6.2.2 Massa do corpo de prova revestido seco

a) Cortar dois pedaços de filme PVC com dimensões suficientes para que cada um, depois de esticado,

recubra com folga as faces (topo e base) do corpo de prova.

NOTA 6: Cortar pedaços de filme PVC com lâmina afiada e esticar, imediatamente antes da aplicação, nas duas direções, até que o comprimento dos lados seja aproximadamente 1,5 vezes maior que o inicial.

b) Esticar e colocar um dos pedaços de filme PVC sobre uma das faces do corpo de prova e pressionar as bordas excedentes do filme ao redor do corpo de prova.

NOTA 7: Tomar cuidado para não criar furos no filme.

c) Virar o corpo de prova, colocando-o sobre a placa de espuma de poliuretano, com a extremidade já revestida virada para baixo. Aplicar o filme PVC na outra face e recobrir o restante do corpo de prova.

d) Após as extremidades estarem revestidas, colocar uma face apoiada sobre uma placa de espuma e colocar outra placa de espuma, com tamanho e forma aproximada da face superior. Fazer pressão sobre a placa de espuma superior, com material rígido, de mesmo tamanho e forma, visando eliminar as bolsas de ar entre a superfície do corpo de prova e o filme PVC. Não deixar excesso de filme na lateral do corpo de prova.

e) Cortar outro pedaço de filme PVC com dimensões suficientes para recobrir, depois de esticado, a parte lateral do corpo de prova, enrolando-o sobre ele, de maneira que o filme PVC fique firme em torno da superfície lateral do corpo de prova.

f) Dobrar e pressionar as bordas excedentes do filme PVC sobre as bordas do corpo de prova.

g) Determinar a massa do corpo de prova revestido com filme PVC ao ar. Designar esta medida como E.

6.2.3 Massa do corpo de prova revestido com filme PVC na água

Submergir o corpo de prova revestido por um período de 3 a 5 minutos no banho de água a $(25,0 \pm 1,0)$ °C, antes de determinar, por pesagem hidrostática, a sua massa na água. O corpo de prova é submerso em suspensão dentro de uma cesta metálica conectada à balança por

um fio fino, estando este conjunto tarado. Se a temperatura do corpo de prova diferir em mais de 2,0 °C da temperatura da água do banho, o corpo de prova deve ficar submerso por um período de 10 a 15 minutos antes da determinação da sua massa na água. Designar esta medida como F.

6.2.4 Densidade do filme PVC

Determinar a densidade do cilindro de calibração a $(25,0 \pm 1,0)$ °C, obtendo a sua massa seca ao ar e sua massa na água a $(25,0 \pm 1,0)$ °C, de acordo com a Equação 2:

$$D_{cil} = \frac{m_1}{m_1 - m_2} \quad (2)$$

Onde:

D_{cil} – densidade do cilindro de calibração (adimensional);

m_1 – massa seca ao ar do cilindro de calibração, expressa em gramas (g);

m_2 – massa do cilindro de calibração na água a $(25,0 \pm 1,0)$ °C, expressa em gramas (g).

h) Secar e revestir o cilindro com filme PVC, conforme descrito em 6.2.2.

i) Determinar a massa seca ao ar do cilindro revestido com filme PVC, bem como a sua massa na água a $(25,0 \pm 1,0)$ °C.

j) Determinar a densidade do filme PVC a $(25,0 \pm 1,0)$ °C, utilizando a Equação 3:

$$D_{pa} = \frac{m_3 - m_1}{m_3 - m_4 - \frac{m_1}{D_{cil}}} \quad (3)$$

Onde:

D_{pa} – densidade do filme PVC, (adimensional), à temperatura do ensaio;

m_3 – massa do cilindro revestido seco ao ar, expressa em gramas (g);

m_4 – massa do cilindro revestido na água a $(25,0 \pm 1,0)$ °C, expressa em gramas (g).

6.2.5 Correção de umidade

No caso de corpo de prova ter sido obtido durante a construção ou de um pavimento e contenha umidade, é necessário corrigir a massa determinada do seguinte modo:

a) Determinar a massa original do corpo de prova. Designar esta medida como $E_{original}$.

b) Secar a amostra não revestida até massa constante numa estufa mantida à temperatura de $(25,0 \pm 1,0)$ °C. Designar esta massa seca em estufa como E_{seca} .

c) Determinar a massa relativa à umidade, designada como $E_{umidade}$ conforme Equação 4:

$$E_{umidade} = E_{original} - E_{seca} \quad (4)$$

Onde:

$E_{original}$ – massa original do corpo de prova em gramas (g);

E_{seca} – massa seca em estufa em gramas (g).

d) Subtrair $E_{umidade}$ de todas as determinações de massa nas seções subsequentes.

NOTA 8: Massa constante é definida quando a variação de massa entre pesagens com intervalos de 15 min consecutivos de secagem for inferior a 0,05%.

6.3 Para volume de vazios > 7%

Para determinar sua massa específica aparente (ME_a), calcular primeiramente a sua massa seca ao ar e posteriormente seu volume conforme descrito nos itens 6.3.1 e 6.3.2, respectivamente.

6.3.1 Massa do corpo de prova seco ao ar

Determinar a massa do corpo de prova exposto à temperatura ambiente por pelo menos 1 h. Designar esta medida como A.

6.3.2 Volume do corpo de prova

Calcular usando a Equação 5:

$$V = H \times \pi \times \frac{D^2}{4} \quad (5)$$

Onde:

V – volume do corpo de prova, expresso em centímetros cúbicos (cm³);

H – valor da média aritmética de quatro leituras da altura do corpo de prova, medidas com paquímetro em quatro posições diametralmente opostas, expresso em centímetros (cm);

D – valor da média aritmética de quatro leituras do diâmetro do corpo de prova, medidos com paquímetro em duas leituras perpendiculares entre si em cada uma das faces do corpo de prova, expresso em centímetros (cm).

7 Cálculos

Empregar as expressões descritas em 7.1 a 7.3 para determinar a densidade relativa aparente e a massa específica aparente das misturas asfálticas compactadas.

7.1 Densidade relativa aparente e massa específica aparente de corpos de prova com volume de vazios ≤ 7% e com absorção de água ≤ 2% por volume

Calcular conforme Equações 6 e 7, respectivamente:

$$G_{mb} = \frac{A}{C-B} \quad (6)$$

$$ME_a = 0,9971 \times G_{mb} \quad (7)$$

Onde:

G_{mb} – densidade relativa aparente do corpo de prova, adimensional;

A – massa do corpo de prova seco ao ar, expressa em gramas (g);

B – massa do corpo de prova imerso em água, expressa em gramas (g);

C – massa do corpo de prova saturado com a superfície seca ao ar, expressa em gramas (g);

ME_a – massa específica aparente do corpo de prova, expressa em gramas por centímetro cúbico (g/cm³).

7.2 Densidade relativa aparente e massa específica aparente de corpos de prova com volume de vazios ≤ 7% e com absorção de água > 2% por volume

Calcular conforme Equações 8 e 9, respectivamente:

$$G_{mb} = \frac{D}{E-F-\frac{E-D}{D_{pa}}} \quad (8)$$

$$ME_a = 0,9971 \times G_{mb} \quad (9)$$

Onde:

G_{mb} – densidade relativa aparente do corpo de prova, (adimensional);

D – massa do corpo de prova seco ao ar, expressa em gramas (g);

E – massa do corpo de prova revestido seco ao ar, expressa em gramas (g);

F – massa do corpo de prova revestido com filme PVC na água a (25,0 ± 1,0) °C, expressa em gramas (g);

D_{pa} – densidade, (adimensional) do filme PVC a (25,0 ± 1,0) °C, determinada conforme 6.2.4;

ME_a – massa específica aparente da mistura compactada, expressa em gramas por centímetro cúbico (g/cm³).

7.3 Corpos de prova com volume de vazios > 7%

Calcular conforme a Equação 10:

$$ME_a = \frac{A}{V} \quad (10)$$

Onde:

ME_a – massa específica aparente do corpo de prova, expressa em gramas por centímetro cúbico (g/cm³);

A – massa do corpo de prova seco ao ar, expressa em gramas (g);

V – volume do corpo de prova, expressa em centímetro cúbico (cm³).

7.4 Verificação do volume de vazios do corpo de prova

O volume de vazios do corpo de prova deve ser calculado utilizando a Equação 11:

$$V_V = \left(1 - \frac{G_{mb}}{G_{mm}}\right) \times 100 \quad (11)$$

Onde:

V_V – volume de vazios, expresso em porcentagem (%);

G_{mb} – densidade relativa aparente do corpo de prova (adimensional) determinada conforme 7.1, 7.2 ou 7.3;

G_{mm} – densidade relativa máxima medida de misturas asfálticas em amostras não compactadas (adimensional), conforme DNIT 427 – ME.

NOTA 9: A porcentagem de vazios verificada indica se o procedimento utilizado para o cálculo da massa específica aparente foi apropriado. Se for necessário, recalculer a massa específica aparente de acordo com as prescrições descritas em 7.1, 7.2 ou 7.3.

8 Resultados

Expressar os resultados obtidos contendo as seguintes informações:

- percentual de água absorvida, com uma casa decimal;
- densidade do filme PVC, se utilizado, com três casas decimais;
- densidade relativa aparente e a massa específica aparente do corpo de prova a (25,0 ± 1,0) °C com quatro casas decimais;
- tipo de mistura;
- tamanho do corpo de prova;

f) correção da umidade se houver com quatro casas decimais.

9 Precisão

A precisão deste método foi determinada pela análise estatística dos resultados de ensaios interlaboratoriais realizada nos EUA. Os dados de precisão para corpos de prova com absorção menor que 2% foi feita no projeto NCHRP 9-26 e os com absorção maior que 2% são de responsabilidade da ASTM relatório de pesquisa RR:D04-1007. Não se tem dados de precisão para corpos de prova com volume de vazios maior que 7%.

9.1 Repetibilidade (r)

9.1.1 Para volume de vazios ≤ 7% e com absorção de água pelo corpo de prova ≤ 2% por volume

A diferença entre resultados de ensaios sucessivos, obtidos pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e em amostras de mesmo material, com a execução correta e normal deste método deve ser comparada com o intervalo “d2s” indicado na Tabela A1 do Anexo A.

9.1.2 Para volume de vazios ≤ 7% e com absorção de água pelo corpo de prova > 2% por volume

A diferença entre resultados de ensaios sucessivos, obtidos pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e em amostras de mesmo material, com a execução correta e normal deste método deve ser comparada com o intervalo “d2s” indicado na Tabela A2 do Anexo A.

9.2 Reprodutibilidade (R)

9.2.1 Para volume de vazios ≤ 7% e com absorção de água pelo corpo de prova ≤ 2% por volume

O desvio padrão para corpos de prova preparados em dois laboratórios de se situar no limite “1s” da Tabela A1 do Anexo A. A diferença entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios distintos e em amostras de mesmo material, com a execução correta e normal deste método, deve ser comparada com o intervalo “d2s” indicado na Tabela A1 do Anexo A para precisão entre laboratórios.

9.2.2 Para volume de vazios $\leq 7\%$ e com absorção de água pelo corpo de prova $> 2\%$ por volume

O desvio padrão para corpos de prova preparados em dois laboratórios de se situar no limite "1s" da Tabela A2 do Anexo A. A diferença entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores

diferentes, trabalhando em laboratórios distintos e em amostras de mesmo material, com a execução correta e normal deste método, deve ser comparada com o intervalo "d2s" indicado na Tabela A2 do Anexo A para precisão entre laboratórios

_____/Anexo A

Anexo A (Informativo) – Precisão

Tabela A1 – Precisão estimada dos resultados do ensaio para volume de vazios $\leq 7\%$ e com absorção de água pelo corpo de prova $\leq 2\%$ por volume

	Desvio Padrão (1s)	Faixa aceitável entre dois resultados (d2s)
Precisão para um operador		
Tamanho máximo nominal do agregado 12,5 mm	0,008	0,023
Tamanho máximo nominal do agregado 19,0 mm	0,013	0,037
Precisão entre laboratórios		
Tamanho máximo nominal do agregado 12,5 mm	0,015	0,042
Tamanho máximo nominal do agregado 19,0 mm	0,015	0,042

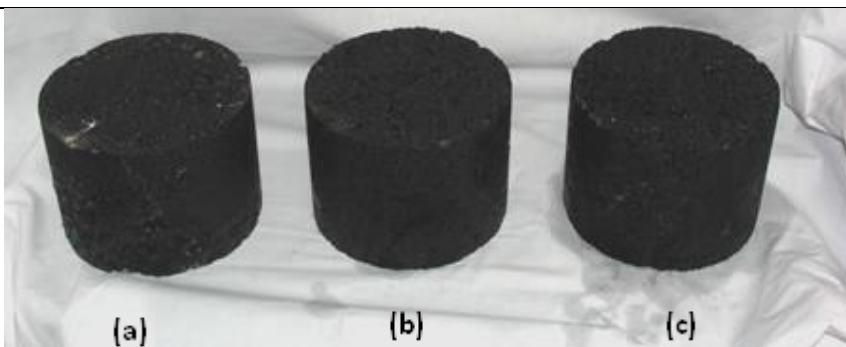
Tabela A2 – Precisão estimada dos resultados do ensaio para volume de vazios $\leq 7\%$ e com absorção de água pelo corpo de prova $> 2\%$ por volume

	Desvio Padrão (1s)	Faixa aceitável entre dois resultados (d2s)
Precisão para um operador	0,028	0,079
Precisão entre laboratórios	0,015	0,095

_____/Anexo B

Anexo B (Informativo) – Fotos

Fotos ilustrativas dos equipamentos e passos dos ensaios



(a) Corpo de prova seco; (b) corpo de prova saturado com a superfície seca e (c) corpo de prova úmido.



(d) Pesagem convencional



(e) Pesagem hidrostática



(f) Corpo de prova após retirada da imersão em água



(g) Remoção da água na superfície do corpo de prova



(h) Corpo de prova sendo revestido com filme PVC

Anexo C (Informativo) – Bibliografia

- a) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15619: Misturas asfálticas - Determinação da densidade máxima teórica e da massa específica máxima teórica em amostras não compactadas. Rio de Janeiro, 2016.
- b) _____. ABNT NBR 15573: Misturas asfálticas – Determinação da densidade aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados. Rio de Janeiro, 2012.
- c) AMERICAN SOCIETY FOR TEST AND MATERIALS. ASTM D2726/D2726M: Standard test method for bulk specific gravity and density of nonabsorptive compacted asphalt mixtures. West Conshohocken, PA, 2017.
- d) _____. ASTM D1188: Standard test method for Bulk Specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using coated samples. West Conshohocken, PA, 2015.
- e) BERNUCCI, L. B. et al., Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. 3. reimpr. Rio de Janeiro: PETROBRAS; ABEDA, 2010.

_____/índice Geral

Índice geral

Absorção de água	3.2	2	Massa do corpo de prova revestido seco.....	6.2.2.....	4
Abstract		1	Massa do corpo de prova seco	6.2.1.....	4
Anexo A (Informativo) – Precisão		9	Massa do corpo de prova seco (a).....	6.1.1.....	3
Anexo B (Informativo) – Fotos		10	Massa do corpo de prova seco (b).....	6.1.4.....	3
Anexo C (Informativo) – Bibliografia		11	Massa do corpo de prova seco ao ar	6.3.1.....	5
Aparelhagem	4	2	Massa específica aparente do corpo de prova	3.4	
Balança.....	4.1	2	.....	.....	2
Banho de água	4.2	2	Objetivo.....	1	2
Cálculos.....	7	6	Paquímetro	4.5.....	3
Cilindro de calibração	4.9	3	Para volume de vazios > 7%	6.3.....	5
Corpos de prova com volume de vazios > 7% 7.3		6	Para volume de vazios ≤ 7% e com absorção de água pelo corpo de prova > 2% por volume	6.2,9.1.2, 9.2.2.....	4, 7, 8
Correção de umidade	6.2.5	5	Para volume de vazios ≤ 7% e com absorção de água pelo corpo de prova ≤ 2% por volume	6.1,9.1.1, 9.2.1	3, 7
Cronômetro.....	4.6	3	Placas de espuma de poliuretano.....	4.8.....	3
Definições.....	3	2	Porcentagem de água absorvida pelo corpo de prova	6.1.5.....	4
Densidade do filme PVC.....	6.2.4	5	Precisão.....	9	7
Densidade relativa aparente do corpo de prova	3.3		Prefácio.....		1
.....	.....	2	Referências normativas	2	2
Densidade relativa aparente e massa específica aparente de corpos de prova com volume de vazios ≤ 7% e com absorção de água > 2% por volume	7.2		Repetibilidade (r).....	9.1.....	7
.....	.....	6	Reprodutibilidade (R)	9.2.....	7
Densidade relativa aparente e massa específica aparente de corpos de prova com volume de vazios ≤ 7% e com absorção de água ≤ 2% por volume	7.1		Resultados	8	7
.....	.....	6	Resumo.....		1
Densidade relativa máxima medida.....	3.5	2	Sumário.....		1
Estufa	4.4	2	Termômetro	4.3.....	2
Execução do ensaio	6	3	Vazios	3.1.....	2
Filme plástico de PVC	4.7	3	Verificação do volume de vazios do corpo de prova 7.4 .....	.....	7
Formação da amostra.....	5	3	Volume do corpo de prova	6.3.2.....	6
Índice geral.....		12			
Massa do corpo de prova compactado na condição saturado com a superfície seca	6.1.3	3			
Massa do corpo de prova na água	6.1.2	3			
Massa do corpo de prova revestido com filme PVC na água.....	6.2.3	4			