

**Materiais betuminosos líquidos e semi-sólidos – determinação da densidade e da massa específica**

**Norma Rodoviária**

**DNER-ME 193/96**

**Método de Ensaio**

Página 1 de 7

**RESUMO**

Este documento, que é uma norma técnica, fixa o procedimento a ser adotado na determinação da densidade e da massa específica de materiais líquidos e semi-sólidos, a 25/25°C ou 15,6/15,6°C, pelo uso de picnômetro. Apresenta aparelhagem, ensaio e as condições para obtenção dos resultados e da precisão.

**ABSTRACT**

This document presents the procedure for determination of the specific gravity and density of liquid of semi-solid bituminous materials at 25/25°C or 15,6/15,6°C by use of the picnometer. It presents apparatus, testing and conditions for obtaining results and precision.

**SUMÁRIO**

0 APRESENTAÇÃO

1 OBJETIVO

2 REFERÊNCIAS

3 DEFINIÇÃO

4 APARELHAGEM

5 MATERIAL

6 AMOSTRAGEM

7 PREPARAÇÃO DA APARELHAGEM

8 CALIBRAÇÃO DO PICNÔMETRO

9 ENSAIO

10 CÁLCULOS E RESULTADO

11 PRECISÃO

**0 APRESENTAÇÃO**

A apresentação desta Norma é o resultado da revisão da DNER-ME 193/94, com inserção de atualizações técnicas e conseqüente adaptação à DNER-PRO 101/93.

**Materiais betuminosos líquidos e semi-sólidos – determinação da densidade e da massa específica**  
**Norma Rodoviária**

**DNER-ME 193/96**

**Método de Ensaio**

Página 2 de 7

**1 OBJETIVO**

Esta Norma fixa o procedimento para a determinação da densidade e da massa específica, a 25/25°C ou 15,6/15,6°C de materiais betuminosos líquidos e semi-sólidos, pelo uso do picnômetro.

**2 REFERÊNCIAS**

**2.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

No preparo desta Norma foram consultados os seguintes documentos:

- a) DNER-ME 016/64 – Densidade de materiais betuminosos;
- b) DNER-ME 193/94 – Produtos betuminosos líquidos e semi-sólidos – determinação da densidade 20°C/4°C;
- c) AASHTO DESIGNATION T 228/85 – Specific gravity of semi-solid bituminous materials;
- d) ASTM DESIGNATION D 70/82 (Reapproved 1990) – Standard test method for specific gravity and density of semi-solid bituminous materials;
- e) IRAM 6586 – Método de determinación del peso específico relativo de betunes que pueden ser manipulados en fragmentos;
- f) IRAM 6587 – Método de determinación del peso específico relativo de betunes que no pueden ser manipulados en fragmentos.

**3 DEFINIÇÃO**

Densidade de materiais betuminosos, por este método, é a relação da massa de um dado volume de material a 25°C ou 15,6°C, para a de um igual volume de água destilada ou deionizada à mesma temperatura, assim expressa:

Densidade a 25/25°C ou 15,6/15,6°C.

**4 APARELHAGEM**

Aparelhagem necessária:

- a) picnômetro de vidro resistente ao calor, cilíndrico ou tronco-cônico, de gargalo cuidadosamente esmerilhado de modo a receber uma tampa de vidro apropriada, de diâmetro de 22 mm a 26 mm. A tampa deve ser provida de um orifício de 1,0 mm a 2,0 mm de diâmetro, centrado em relação ao eixo vertical. A superfície da tampa deve ser lisa e substancialmente plana, e a superfície inferior deve ser côncava para permitir que todo ar escape através do orifício. A altura da seção côncava deve ser de 4,0 mm a 6,0 mm no centro. O picnômetro com tampa deve ter uma capacidade de 24 ml a 30 ml e deve pesar no máximo 40 g. Picnômetros adequados estão ilustrados na Figura;
- b) banho d'água de temperatura constante, com variação de cerca de 0,1°C da temperatura de ensaio;

**Materiais betuminosos líquidos e semi-sólidos – determinação da densidade e da massa específica**  
**Norma Rodoviária**

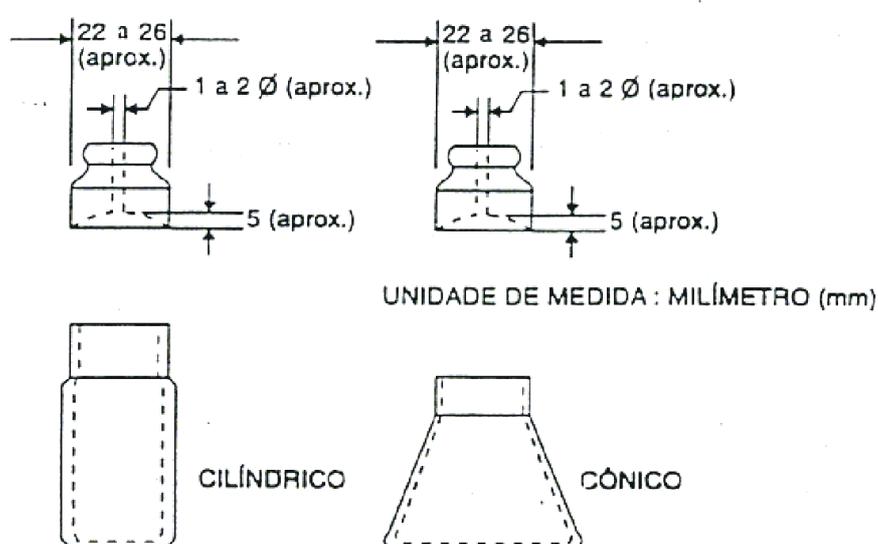
**DNER-ME 193/96**

**Método de Ensaio**

Página 3 de 7

- c) termômetro de vidro, do tipo imersão total, graduação de 0,1°C, do tipo ASTM 63 C;
- d) estufa capaz de manter a temperatura controlada automaticamente na faixa de 80°C a 200°C, com precisão de  $\pm 10^\circ\text{C}$ ;
- e) balança analítica sensível a 1 mg;
- f) béquer.

**FIGURA - PICNÔMETROS**



**5 MATERIAL**

- 5.1 Água : destilada ou deionizada, recém-fervidas, para uso no enchimento do picnômetro e do béquer.

**6 AMOSTRAGEM**

Amostras para ensaios devem ser colhidas e preparadas obedecendo ao disposto no método ASTM D 140 – Practice for sampling bituminous materials, e devem estar livres de substâncias estranhas. Misturar o material completamente antes de retirar a amostra representativa, para ensaio.

**7 PREPARAÇÃO DA APARELHAGEM**

- 7.1 Encher parcialmente o béquer Griffin, do tipo forma-baixa, de 600 ml de capacidade, com água destilada recém-fervida ou deionizada, até o nível que permita a imersão do topo do picnômetro a uma profundidade não inferior a 40 mm.

**Materiais betuminosos líquidos e semi-sólidos – determinação da densidade e da massa específica**  
**Norma Rodoviária**

**DNER-ME 193/96**

**Método de Ensaio**

Página 4 de 7

7.2 Imergir parcialmente o béquer no banho d'água a uma profundidade suficiente que permita o fundo do béquer ficar imerso, no mínimo 100 mm, devendo a sua parte superior ficar acima do nível d'água do banho. Prender o béquer no local.

7.3 Manter o banho d'água na temperatura de ensaio, com a variação máxima de 0,1°C.

## **8 CALIBRAÇÃO DO PICNÔMETRO**

8.1 O picnômetro vazio, com a tampa rigorosamente limpo e seco, é pesado com aproximação de 1 mg. A massa do picnômetro vazio é designada "a".

8.2 Remover o béquer do banho d'água. Encher o picnômetro com água destilada ou deionizada, recém-fervida, e adaptar a tampa no picnômetro, sem apertar. Colocar o picnômetro no béquer e apertar firmemente a tampa na posição.

8.3 Remover o picnômetro do béquer e secar de imediato a parte superior da tampa, esfregando-a suavemente com uma toalha seca: secar rapidamente a superfície externa remanescente do picnômetro, que é pesado com aproximação de 1 mg. A massa do picnômetro cheio com água é designada "b".

**Nota 1)** : A calibração deve ser feita na temperatura especificada. Um picnômetro calibrado a uma dada temperatura não pode ser usado a uma temperatura diferente, sem que tenha sido previamente recalibrado a esta nova temperatura.

## **9 ENSAIO**

### **9.1 DENSIDADE DE MATERIAL BETUMINOSO LÍQUIDO**

9.1.1 Levar a amostra do material, por meio de uma aplicação branda de calor, à temperatura de 25°C ou 15,6°C e vertê-la no picnômetro até completo enchimento, tendo-se o cuidado de evitar a inclusão de bolhas de ar nesta operação. A tampa é então firmemente adaptada ao picnômetro, com o que todo excesso de material é forçado a atravessar o orifício da tampa, que deve ser então cuidadosamente enxuta com um pano limpo e seco.

9.1.2 Pesar o picnômetro com a amostra, com aproximação de 1 mg. A massa obtida é designada "c".

**Nota 2)** : Por ocasião da limpeza da superfície externa do picnômetro, evitar a expansão do material e o conseqüente transbordamento, em virtude do calor da mão.

9.1.3 Ver item 10.1.1 para cálculo do resultado da densidade de material betuminoso líquido.

### **9.2 DENSIDADE DE MATERIAL BETUMINOSO SEMI-SÓLIDO**

9.2.1 A amostra é suficientemente fluidificada por meio de uma aplicação branda de calor, tendo-se o necessário cuidado de evitar perdas por evaporação.

**Materiais betuminosos líquidos e semi-sólidos – determinação da densidade e da massa específica**  
**Norma Rodoviária**

**DNER-ME 193/96**

**Método de Ensaio**

Página 5 de 7

9.2.2 Nessa operação, não aquecer o material por mais de 30 minutos em chama ou placa de aquecimento, ou mais de duas horas em estufa, e evitar a incorporação de bolhas de ar na amostra.

**Nota 3)** : Em nenhum caso a temperatura de aquecimento do material deve exceder de 56°C da temperatura do ponto de amolecimento no caso do alcatrão, ou mais de 111°C, no caso do asfalto.

9.2.3 A amostra, devidamente fluidificada, é vertida para o picnômetro – este rigorosamente limpo, seco e ligeiramente aquecido – até cerca de três quartos de sua capacidade, e tomar precauções para o material não aderir à parede interna do picnômetro acima da superfície da amostra vertida, evitando a inclusão de bolhas de ar.

9.2.4 A seguir, o picnômetro e conteúdo são deixados esfriar à temperatura ambiente, por período não inferior a 40 minutos.

9.2.5 Adaptar a tampa no picnômetro e pesar o conjunto com a aproximação de 1 mg. A massa do picnômetro mais amostra é designada “d”.

9.2.6 Remover o béquer do banho d’água. Completar, a seguir, o volume vazio restante no picnômetro com água destilada ou deionizada recém-fervida e resfriada; colocar a tampa no picnômetro, sem apertar e evitar a permanência de qualquer bolha de ar no picnômetro.

9.2.7 Colocar o picnômetro no béquer, que é retornado para o banho d’água, onde deve permanecer por um período não inferior a 30 minutos.

9.2.8 Remover o picnômetro do béquer e secar de imediato a parte superior da tampa, esfregando-a suavemente com um pano limpo e seco; secar a superfície externa remanescente do picnômetro e pesar com aproximação de 1 mg. A massa do picnômetro mais amostra mais água é designada “e”.

9.2.9 Ver item 10.1.2 para cálculo do resultado da densidade de material betuminoso semi-sólido.

## 10 CÁLCULOS E RESULTADOS

### 10.1 CÁLCULOS

10.1.1 A densidade de material betuminoso líquido é dada pela fórmula:

$$D_l = \frac{c - a}{b - a}$$

10.1.2 A densidade de material betuminoso semi-sólido é dada pela fórmula:

$$D_s = \frac{d - a}{(b - a) - (e - d)}$$

**Materiais betuminosos líquidos e semi-sólidos – determinação da densidade e da massa específica**

**Norma Rodoviária**

**DNER-ME 193/96**

**Método de Ensaio**

Página 6 de 7

Onde:

- a* = massa do picnômetro vazio, com tampa;
- b* = massa do picnômetro com tampa cheio d'água destilada ou deionizada;
- c* = massa do picnômetro com tampa cheio com amostra (caso material líquido);
- d* = massa do picnômetro com tampa parcialmente preenchido com amostra (caso material semi-sólido);
- e* = massa do picnômetro com tampa parcialmente preenchido com amostra mais água (caso material semi-sólido).

10.1.3 As massas específicas de materiais betuminosos líquidos e semi-sólidos são determinadas pela aplicação da fórmula:

$$\text{massa específica} = \text{densidade} \times Ma, \text{ expressa em } g/cm^3$$

Onde:

*Ma* = massa específica da água à temperatura de ensaio (Nota 4).

**Nota 4)** : A massa específica da água deve ser conforme indicado em "Handbook of Chemistry Physics". 47ª Edição.

Temperatura de ensaio °C	Massa específica da água (g/cm <sup>3</sup> )
15,6	0,9990
25,0	0,9971

**10.2 RESULTADOS**

10.2.1 O resultado é a média de duas determinações, com aproximação até a terceira casa decimal, para 25/25°C ou 15,6/15,6°C, aplicável aos itens 10.1.1, 10.1.2 e 10.1.3.

**11 PRECISÃO**

**11.1 PRECISÃO DE ENSAIOS PARA UM ÚNICO OPERADOR**

11.1.1 Os resultados de dois ensaios, apropriadamente realizados por um único operador, para determinação de densidades de amostras de um mesmo material, não devem diferir de mais de 0,002 e 0,003, respectivamente para as temperaturas de 25,0°C e 15,6°C.

11.1.2 As diferenças de 0,002 e 0,003 também se exigem para o caso da determinação da massa específica, respeitadas as mesmas condições previstas em 11.1.1

**11.2 PRECISÃO MULTILABORATORIAL**

**Materiais betuminosos líquidos e semi-sólidos – determinação da densidade e da massa específica**

**Norma Rodoviária**

**DNER-ME 193/96**

**Método de Ensaio**

Página 7 de 7

- 
- 11.2.1 Os resultados de dois ensaios, apropriadamente realizados por dois laboratórios diferentes, para determinação de densidades de amostras de um mesmo material não devem diferir de 0,005 e 0,007 respectivamente para as temperaturas de 25,0°C e 15,6°C.
- 11.2.2 As diferenças de 0,005 e 0,007 também se exigem para o caso da determinação da massa específica, respeitadas as mesmas condições previstas em 11.2.1.