

## Determinação da recuperação elástica de materiais asfálticos pelo ductilômetro – Método de Ensaio

**Autor:** Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR

**Processo:** 50607.001146/2010-00

**Revisão da Norma DNER-ME 382/99**

**Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de 25/05/2010**

*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:

Materiais asfálticos, polímero, ductilômetro, recuperação elástica, borracha

Nº total de páginas

06

### Resumo

Este documento apresenta os procedimentos metodológicos para determinação da recuperação elástica de materiais asfálticos, utilizando o ductilômetro.

### Abstract

This document prescribes the methodologic procedure to be used to determine the elastic recuperation of asphalts, through the use of ductilometer.

### Sumário

Prefácio.....	1
1 Objetivo.....	1
2 Referências normativas.....	1
3 Definição.....	1
4 Aparelhagem .....	2
5 Materiais.....	2
6 Execução do ensaio .....	2
7 Cálculo .....	3
8 Resultado .....	3
Anexo A (Normativo) - Figura 1.....	4
Anexo B (Informativo) - Figura 2 .....	5
Índice Geral.....	6

### Prefácio

A presente Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DIREX para servir como documento base, visando estabelecer os procedimentos para a realização do ensaio de determinação da

recuperação elástica dos materiais asfálticos. Está formatada de acordo com Norma DNIT 001/2009-PRO, cancela e substitui a Norma DNER-ME 382/99.

### 1 Objetivo

Este método prescreve o modo pelo qual deve ser determinada a recuperação elástica de materiais asfálticos utilizando o ductilômetro.

### 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 (inclusive emendas).

- ASTM E1 Standard Specification for ASTM liquid – in – glass thermometer.
- NBR NM ISO 3310-1 – Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação – Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico.
- NBR 14883 – Petróleo e produtos de petróleo – Amostragem manual.

### 3. Definição

Para efeito desta Norma é adotada a seguinte definição:

Recuperação elástica é a medida da capacidade de retorno do material asfáltico, após interrupção da tração mecânica especificada.

#### 4. Aparelhagem

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) Molde de latão, de acordo com as dimensões da Figura 1, do Anexo A;
- b) Banho d'água para conter o corpo-de-prova, com capacidade mínima de 10 litros, tendo uma prateleira perfurada situada, pelo menos, a 5 cm do fundo, devendo a lâmina de água sobre a amostra ter, no mínimo, 10 cm. Deve ser capaz de manter a temperatura de ensaio, com precisão de  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ;
- c) Ductilômetro – equipamento capaz de funcionar com velocidade uniforme de 5 cm/min sem vibração e cuja construção permita que o corpo-de-prova fique completamente imerso em água. Deve possuir uma escala em centímetros, a fim de medir o alongamento e a recuperação elástica da amostra;
- d) Estufa, capaz de manter a temperatura controlada automaticamente na faixa de  $80^{\circ}\text{C}$  a  $200^{\circ}\text{C}$ , com precisão de  $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ ;
- e) Béquero de vidro termorresistente, de 250 ml de capacidade;
- f) Bastão de vidro, com pontas arredondadas;
- g) Peneira de malha quadrada de  $300\ \mu\text{m}$  (nº 50) ou  $850\ \mu\text{m}$  (nº 20), em caso específico de acordo com a NBR NM – ISO 3310-1;
- h) Termômetro do tipo ASTM 63 C – 86 ( faixa de  $-8^{\circ}\text{C}$  a  $32^{\circ}\text{C}$ );
- i) Tesoura, de qualquer tipo, capaz de cortar o material asfáltico na temperatura do ensaio;
- j) Espátula plana, metálica, com cabo de madeira.

#### 5. Materiais

Podem ser utilizados os seguintes materiais:

- a) Cloreto de sódio (usar sal de cozinha refinado);
- b) Glicerina e dextrina;
- c) Talco ou caolin;
- d) Álcool etílico.

#### 6. Execução do ensaio

##### 6.1. Precauções na execução do ensaio

Cuidados especiais devem ser observados no emprego de materiais, operações que demandem perigo. Esta Norma não pretende tratar de problemas de segurança associados com seu uso. É responsabilidade do usuário estabelecer as práticas de segurança e saúde apropriadas, e determinar a aplicabilidade de limitações regulamentares, antes de seu uso.

##### 6.2. Preparação da amostra

- a) A amostragem do material asfáltico deve ser realizada de acordo com a NBR 14883.
- b) O material asfáltico modificado a ser submetido ao ensaio deve ser aquecido no béquer, até ficar perfeitamente fluido. Esta fluidez deve ser conseguida no menor tempo e na temperatura mínima possível para liquefazer a amostra, em estufa ou em banho de óleo. Passar o material na peneira com abertura de  $300\ \mu\text{m}$ .

Para ensaios com cimentos asfálticos modificados, para pavimentação, isentos de água, a temperatura da estufa ou do banho de óleo deve ser mantida entre  $150^{\circ}\text{C}$  e  $160^{\circ}\text{C}$ .

- c) O resíduo da emulsão asfáltica modificada deve ser passado na peneira de  $300\ \mu\text{m}$  (nº 50), misturado e vertido no molde após a sua preparação ter sido feita de acordo com a subseção 6.3, imediatamente após a sua obtenção.

Nos casos de materiais de alta viscosidade que não fluam pela peneira de  $300\ \mu\text{m}$  (nº 50), pode ser usada uma peneira de  $850\ \mu\text{m}$  (nº 20).

##### 6.3. Preparação do molde

- a) A placa de latão que suporta o molde e as suas partes laterais destacáveis s e s' (Figura 1 do Anexo A) devem ser tratadas com mistura de glicerina e dextrina, em partes iguais, ou talco ou caolin;
- b) Reunir o molde, juntando as respectivas partes sobre a placa de latão. Esta deve ser perfeitamente plana e nivelada, de maneira que a superfície do fundo do molde fique sempre em contato com ela,

e que esteja preparada com uma camada de glicerina e dextrina, em partes iguais, ou talco, ou caulim. As partes laterais  $s$  e  $s'$  (Figura 1 do Anexo A), também devem ser preparadas.

#### 6.4. Ensaio

- a) Encher o molde, despejando o material do béquer, em movimentos alternados, de uma extremidade a outra, até um pouco acima de sua face superior. Deixar o conjunto composto por placa/molde/amostra esfriar a temperatura ambiente, pelo tempo de 30 a 40 minutos;
- b) Colocar o conjunto no banho d'água à temperatura do ensaio durante 30 minutos, após o que, o excesso de material deve ser cortado por meio de uma espátula ligeiramente aquecida, de maneira a ter o molde cheio e com as faces planas;
- c) Recolocar o conjunto no banho d'água, mantendo a temperatura especificada, com a variação de  $\pm 0,1$  °C, por um período de 85 a 95 minutos;
- d) Levar o conjunto ao ductilômetro, contendo água à temperatura de ensaio, procedendo à retirada da placa.

Se o material asfáltico ficar em contato com a superfície da água ou com o fundo do banho, o ensaio não deve ser considerado. A densidade do banho deve ser ajustada por adição de álcool etílico ou cloreto de sódio, para evitar que o material asfáltico venha à superfície da água ou toque o fundo do banho durante o ensaio.

Para facilitar este procedimento, moldar uma pequena esfera com o material da amostra e colocá-la no banho, ajustando a sua densidade de modo que a amostra permaneça aproximadamente na metade do nível do líquido;

- e) Encaixar os orifícios existentes em cada extremidade das garras, nos ganchos do ductilômetro. Iniciar a tração da amostra com a velocidade uniforme especificada, até que o corpo-de-prova se alongue  $(20,0 \pm 0,5)$  cm ( $L_1$ ). Parar a tração, desligando o equipamento. Imediatamente após, o material asfáltico distendido deve ser cortado no centro, com auxílio da tesoura. Deixar o material no ductilômetro em repouso por 60 min, mantendo a temperatura constante. Em seguida,

acionar o ductilômetro em sentido contrário, até que as duas extremidades do corpo-de-prova encostem uma na outra, quando, então, é feita a leitura na escala do equipamento, em centímetros ( $L_2$ ).

Salvo indicação em contrário, o ensaio deve ser realizado a  $(25,0 \pm 0,5)$ °C, com alongamento de 20 cm e velocidade de  $(5,00 \pm 0,25)$  cm /min.

#### 7. Cálculo

A recuperação elástica (RE) deve ser calculada, em porcentagem, pela equação 1:

$$\text{Equação 1: } RE, \% = \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100$$

Onde:

$L_1$  - comprimento após o alongamento da amostra, em centímetros;

$L_2$  - comprimento da amostra após a justaposição das pontas, em centímetros.

#### 8. Resultado

A recuperação elástica é o valor da média de três ensaios, em %, expressa pelo número inteiro mais próximo. Registrar a temperatura de ensaio, a velocidade e o comprimento após a tração da amostra ( $L_1$ ).

Se a amostra romper durante a tração em 3 ensaios, relatar que a recuperação elástica não pode ser obtida sob as condições do ensaio.

##### 8.1 Repetibilidade

Resultados em triplicata obtidos pelo mesmo operador devem ser considerados suspeitos, se diferirem por mais do que 10% da média.

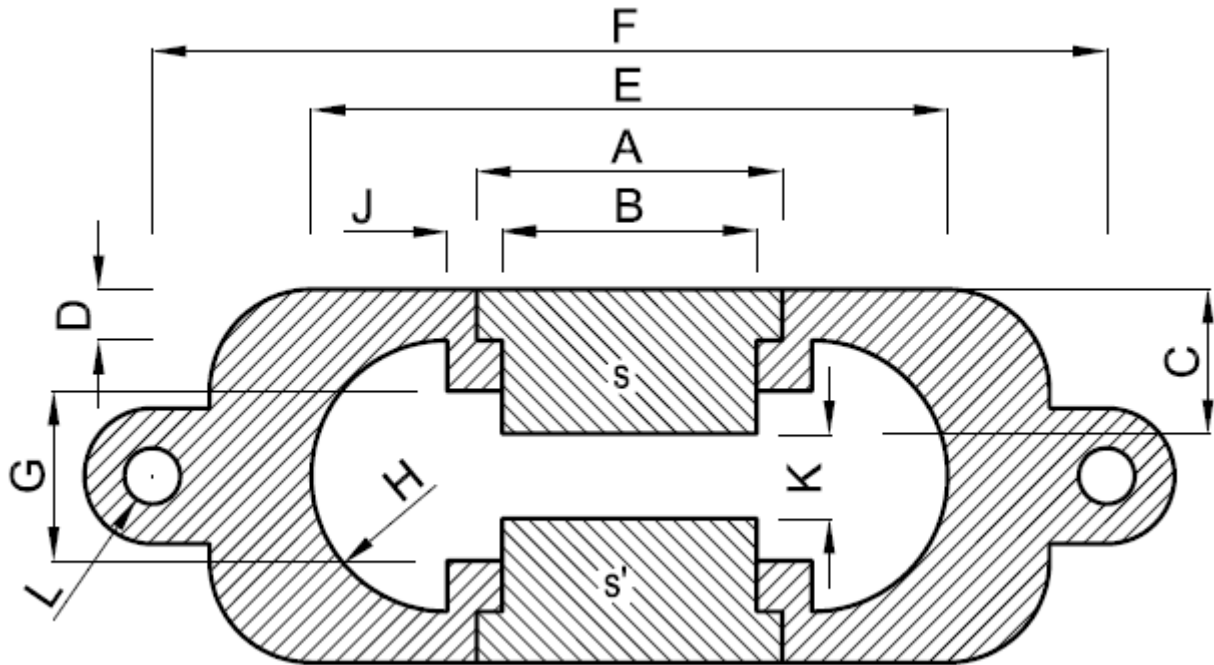
##### 8.2 Reprodutibilidade

Resultados obtidos em laboratórios e operadores diferentes devem ser considerados suspeitos, se diferirem entre si por mais do que 20% da média, desde que a média dos valores obtidos nos laboratórios atenda ao valor especificado para o material.

Em caso de discordância, um terceiro laboratório deve realizar os ensaios.

## Anexo A (Normativo)

Figura 1: Molde para corpo-de-prova do ensaio de recuperação elástica



Dimensões, em mm

A –  $36,0 \pm 0,5$

B –  $30,0 \pm 0,1$

C –  $17,0 \pm 0,1$

D –  $6,0 \pm 0,1$

E –  $75,0 \pm 0,5$

F –  $112,5 \pm 1,0$

G –  $20,0 \pm 0,2$

H – Raio  $16,0 \pm 0,25$

J –  $6,5 \pm 0,2$

K –  $10,0 \pm 0,1$

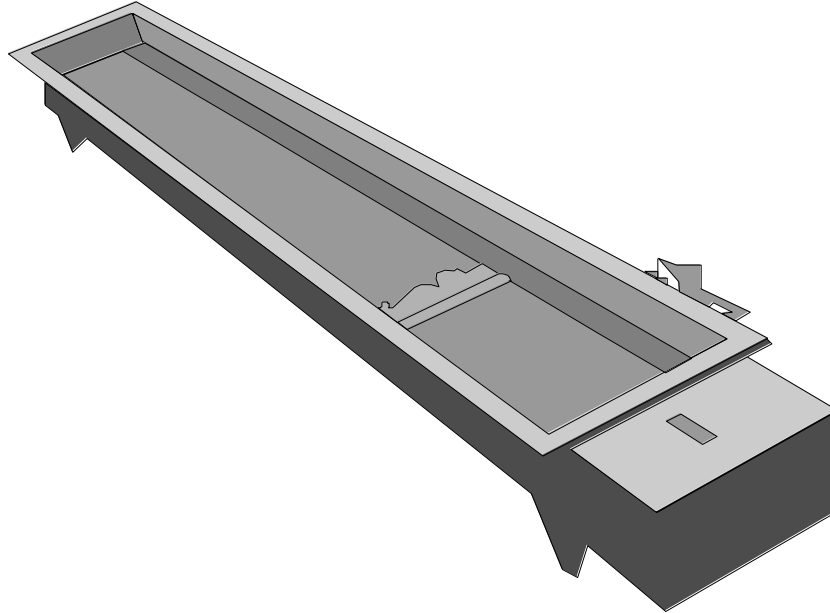
L – Diâmetro do furo -  $6,6 \pm 0,1$

Espessura do molde –  $10,0 \pm 0,1$

Nota. As dimensões do molde permitem que este se encaixe perfeitamente no suporte do ductilômetro.

**Anexo B (Informativo)**

**Figura 2: Ductilômetro**



\_\_\_\_\_ / Índice Geral

## Índice geral

Abstract		1	Objetivo	1	1
Anexo A (Figura 1)		4	Precauções do ensaio	6.1	2
Anexo B (Figura 2)		5	Prefácio		1
Aparelhagem	4	2	Preparação da amostra	6.2	2
Cálculo	7	3	Preparação do molde	6.3	2
Definição	3	1	Referências normativas	2	1
Ensaio	6.4	3	Repetibilidade	8.1	3
Execução do ensaio	6	2	Reprodutibilidade	8.2	3
Índice geral		6	Resultado	8	3
Materiais	5	2	Sumário		1

---