

# RESISTÊNCIA A DANOS POR UMIDADE INDUZIDA DE MISTURAS ASFÁLTICAS RECICLADAS COMPACTADAS

**C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO**

**Setembro de 2014**



**DESIGNAÇÃO - ARTERIS T- 004-13**

# Resistência a Danos por Umidade Induzida de Misturas Asfálticas Recicladas Compactadas

Designação ARTERIS T 004-13



---

## 1 - RESUMO

1.1 - Este método estabelece a preparação de corpos de prova e medições de alterações na Resistência a Tração por Compressão Diametral, resultantes dos efeitos de saturação e condicionamento acelerado à água, de misturas asfálticas recicladas compactadas. Os resultados podem ser usados para prever a susceptibilidade ao descolamento de película a longo prazo, de misturas asfálticas recicladas e avaliar aditivos líquido melhoradores de adesividade que são adicionados ao ligante asfáltico ou aos sólidos em pó, tais como cal hidratada ou cimento Portland, acrescentados ao material reciclado.

1.2 - Os valores informados em unidades do sistema métrico internacional deverão ser usados como padrão.

1.3 - *Esta Norma não entra no âmbito da periculosidade dos materiais, operações e equipamentos nela relacionados. É da responsabilidade de seus usuários estabelecer antecipadamente, os padrões de segurança e prevenção de acidentes necessários, assim como determinar os limites aplicáveis ao seu uso.*

1.4 - Esta norma derivou da ARTERIS T-283 - Resistência a Danos por Umidade Induzida de Misturas Asfálticas Compactadas.

---

## 2 - DOCUMENTOS CONSULTADOS

### 2.1 - NORMAS

- ARTERIS ET 001 - Especificação Técnica Para Projeto de Misturas Asfálticas a Quente ( MAQ ).
- ARTERIS T 003-09 Resistência a Tração por Compressão Diametral de Misturas Asfálticas Compactadas.
- ARTERIS ET 007 - Projeto de Misturas Asfálticas Recicladas “In Loco” a Frio ( MARF ) .
- ARTERIS ET 003 - Coleta de Amostras de Misturas Asfálticas e Agregados em Caminhões e Pilhas de Estocagem.

- ARTERIS ET 005 - Coleta de Amostras de Misturas Asfálticas na Pista (atrás da Acabadora).
- ARTERIS T 275 - Massa específica aparente de misturas asfálticas compactadas usando corpos prova parafinados.
- ARTERIS TP 69 - Massa Específica Aparente e Densidade de Misturas Asfálticas Compactadas, usando Selagem Automática a Vácuo.
- ARTERIS T 209 - Massa Específica Teórica Máxima e Densidade de Misturas Asfálticas para Pavimentação.
- ARTERIS T 269 - Percentagem de Vazios de Misturas Asfálticas Densas e Abertas Compactadas.
- ARTERIS T-283 - Resistência de Misturas Asfálticas a Danos de Umidade Induzida.

2.2 - Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta norma e contêm disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta norma. As edições apresentadas são as que estavam em vigor na data desta publicação, recomendando-se que sempre sejam consideradas as edições mais recentes, quando da consulta desta norma.

---

### **3 – SIGNIFICADO E UTILIZAÇÃO**

3.1 - Como descrito no escopo, este método tem a intenção de avaliar os efeitos da saturação e condicionamento acelerado à água, de misturas asfálticas recicladas compactadas. Este método pode ser usado para testar:

- Misturas asfálticas em teste para projeto de misturas asfálticas recicladas (misturado em laboratório, compactado em laboratório),
- Misturas asfálticas recicladas in loco ou em usinas (misturado em campo, compactado em laboratório) e
- Corpos de prova extraídos de pavimento de qualquer idade (misturado em campo, compactado em campo).

3.2 - Os índices numéricos resultantes das propriedades de Resistência a Tração por Compressão Diametral são obtidos com a comparação das propriedades de corpos de prova submetidos à umidade, com outros corpos de prova testados a seco.

---

### **4 - SUMÁRIO DO MÉTODO**

4.1 - São preparados corpos de prova de material reciclado com emulsão asfáltica com aditivo ou com material reciclado tratado com cal hidratada. Cada conjunto de corpo de prova é dividido em 2 grupos. Um grupo é testado em condição seca em Resistência a Tração por Compressão Diametral. O outro grupo, antes de ser testado de maneira similar, é submetido à

saturação, em vácuo, por água, seguido por submersão em água morna. Os índices numéricos resultantes das propriedades de Resistência a Tração por Compressão Diametral são obtidos pela comparação dos dois grupos: SECO e SATURADO.

---

## **5 - EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO**

5.1 - Os equipamentos estão relacionados nas normas descritas no item 2.1.

---

## **6 – PREPARAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA MISTURADOS e COMPACTADOS NO LABORATÓRIO**

6.1 - Faça ao menos 6 (seis) corpos de prova, metade para ser testado seco e a outra metade para ser testado depois de saturação parcial e condicionamento à umidade.

6.2 - São usualmente usados corpos de prova de, 100mm (4”) de diâmetro por 63,5mm (2.5”) de espessura.

6.3 - Prepare quantidade suficiente para 1 (um) corpo de prova de cada vez, de acordo com a ARTERIS ET 007, faça as misturas na temperatura de 25°C até o início do rompimento da emulsão (muda de cor de marrom para preto e libera água).

6.4 - Moldar imediatamente os corpos de prova com 75 golpes por face e na temperatura ambiente (25°C) de acordo com a ARTERIS ET 007.

6.5 - Após a moldagem, colocar os corpos de prova com o molde na estufa a  $52 \pm 3^\circ\text{C}$  até massa constante (Nota 1), na posição diametral, para facilitar a saída da umidade.

**Nota 1** – Massa Constante é definida como a massa em que não é alterada em mais de 0,05% quando pesados em intervalos de 2h.

6.6 - Após a massa constante, deixar esfriar à temperatura ambiente e proceder à desmoldagem.

---

## **7 – PREPARAÇÃO DE CORPOS DE PROVA COM AMOSTRAS RECICLADAS IN LOCO OU USINAS E COMPACTADAS EM LABORATÓRIO**

7.1 - Faça pelo menos 6 (seis) corpos de prova para cada ensaio, metade para ser testado seco e a outra metade para ser testado depois de saturação parcial e condicionamento à umidade .

7.2 - São usados corpos de prova de 100mm (4”) de diâmetro por 63,5mm (2.5”) de espessura.

7.3 - Misturas preparadas em campo deverão ser amostradas pelas ET-003 ou ET-005.

7.4 - Após a amostragem, compacte imediatamente os corpos de prova com 75 golpes por face e na temperatura ambiente (25°C), de acordo com a ARTERIS ET 007.

7.5- Após a moldagem, colocar os corpos de prova com o molde na estufa a  $52 \pm 3^\circ\text{C}$  até massa constante (Nota 1), na posição diametral, para facilitar a saída da umidade.

7.6- Após a massa constante, deixar esfriar à temperatura ambiente e proceder à desmoldagem.

---

## **8 – PREPARAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA MISTURADOS E COMPACTADOS EM CAMPO (EXTRAÍDOS DA PISTA)**

8.1 - Selecione locais para amostragem no pavimento, e obtenha as amostras após o período de cura definido no projeto. Quando são testadas camadas do pavimento, com espessura menor ou igual a 63,5mm use corpos de prova de 100mm de diâmetro. Caso contrário, use diâmetros de 100 ou 150mm. O número de amostras deverá ser de ao menos 6, sendo 3 grupos de 2 retirados lado a lado.

8.2 - Separe as camadas dos corpos de prova como necessário, serrando ou de outra forma cabível, e armazene os corpos de prova a serem testados, em temperatura ambiente até que estejam secos ou secando os corpos de prova na estufa a  $52 \pm 3^{\circ}\text{C}$  até massa constante (Nota 1).

8.3 - A cura da mistura compactada (itens 6.5 e 7.5), não é necessária nos corpos de prova misturados e compactados em campo.

---

## **9 – AVALIAÇÃO E DEFINIÇÃO DOS GRUPOS DE CORPOS DE PROVA**

9.1 - Em qualquer dos três casos descritos nos itens 6 , 7 e 8, é necessário obter uma amostra para a Massa Específica Máxima Teórica T 209. Seque a amostra até massa constante em estufa a  $110^{\circ}\text{C}$  (Nota 1), ou destorroe conforme o caso.

9.2 - Determine a Massa Específica Máxima Teórica ( $G_{mm}$ ), dessa amostra pela T 209.

9.3 - Determine a Massa Específica Aparente ( $G_{mb}$ ) de cada corpo de prova compactado, pelos T-275 ou TP-69.

9.4 - Calcule a porcentagem de vazios de ar ( $P_a$ ), pela T-269.

9.5 - Divida os corpos de prova em dois subgrupos de três, de maneira que a média da porcentagem de vazios seja aproximadamente igual.

---

## **10 - PRECONDICIONAMENTO DOS CORPOS DE PROVA PARA TESTES**

10.1 - Um subgrupo será testado seco, e o outro será parcialmente saturado a vácuo, em água, e submerso em água morna, antes do início do ensaio.

10.2 - O subgrupo de corpos de prova a ser testado seco, deverá ser mantido a  $25^{\circ}\text{C}$  por 2 horas e posteriormente testados conforme descrito no item 11.

10.3 - O outro subgrupo deverá ser condicionado como exposto a seguir:

10.3.1 - Coloque os corpos de prova em um banho-maria de água potável a  $40^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas, seguido de um banho-maria na temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$  por 2 horas. As amostras deverão ter um mínimo de 25mm de água acima da sua superfície. Remova os corpos de prova do banho-maria, e teste conforme descrito no item 11.

---

## 11 – ROMPIMENTO DOS CORPOS DE PROVA

11.1- Determine a Resistência a Tração por Compressão Diametral dos dois grupos a 25°C de acordo com a ARTERIS ET 003.

11.2 - Anote a tensão máxima registrada pela prensa, remova o corpo de prova da prensa e o abra na face trincada. Inspeção a superfície interior para verificar o descolamento do filme de asfalto; visualmente estime o grau aproximado de dano, provocado pela umidade, em uma escala de “0” a “5” (sendo “5” o grau de maior desgaste) e registre as observações.

---

## 12 - CÁLCULOS

12.1- Calcule a Resistência a Tração por Compressão Diametral de cada corpo de prova de acordo com a ARTERIS ET 003.

12.2 - Expresse o índice numérico de resistência da mistura asfáltica ao efeito danoso da água, como a razão da Resistência a Tração por Compressão Diametral original do corpo de prova saturado. Calcule a razão da Resistência a Tração por Compressão Diametral, com 2 casas decimais, de acordo com o indicado abaixo:

Razão da Resistência a Tração da Mistura: 
$$RRT = \frac{Rt_2}{Rt_1} \quad (4)$$

Onde:

$Rt_1$  = Média da Resistência a Tração do subgrupo de corpos de prova seco, (kPa) e

$Rt_2$  = Média da Resistência a Tração do subgrupo de corpos de prova saturados (kPa).

---

## 13 RELATÓRIO

13.1 - Registre as seguintes informações:

13.2 - Número de amostras em cada subgrupo;

13.3 - Vazio médio de cada subgrupo;

13.4 - Resistência a Tração por Compressão Diametral de cada amostra em cada subgrupo;

13.5 - Razão da Resistência a Tração;

13.6 - Resultado estimado visualmente do dano provocado por umidade, quando a amostra racha.