

## ENSAIO DE PENETRAÇÃO DA IMPRIMADURA

### 1. OBJETIVO

Este ensaio tem como objetivo determinar, em laboratório, a quantidade e tipo de imprimadura betuminosa adequada para ser aplicada sobre camadas de base de Solo Arenoso Fino Laterítico (SAFL) e Solo Argiloso Laterítico e Areia (ALA) na camada do pavimento.

A impermeabilização com imprimadura asfáltica sobre as bases referidas têm os seguintes objetivos:

- Impermeabilizar e ligar a camada de rolamento;
- Preencher, tanto quanto possível, as trincas de contração da camada da base;
- Aumento da coesão da parte superior da base;
- Melhoria nas condições de aderência da base ao revestimento.

### 2. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Este ensaio encontra-se padronizado pelo DER-SP, segundo M-199/89 – “Determinação de penetração da Imprimação Betuminosa em solos compactados com equipamento miniatura”.

Os CP's são compactados conforme o procedimento descrito em [Ensaio de Compactação Mini-Proctor](#), utilizando a energia intermediária, exceto no que se refere:

- Formato do CP: antes da adição do solo no cilindro, é introduzido um macho circular metálico com dimensões de 1,5 mm de profundidade e 35 mm de diâmetro para compactação do CP, causando uma depressão circular na face superior do CP;
- Aplicação dos golpes: os 12 golpes referentes à energia intermediária são aplicados em apenas na face superior do CP (sem depressão).

Na depressão referida efetua-se a imprimação com asfalto diluído. Após a secagem, o CP é partido longitudinalmente e a penetração da imprimadura é medida. Na Tabela 1 estão apresentados os tipos de asfaltos e suas características.

**Tabela 1** - Viscosidade e temperatura de aplicação da imprimadura

ASFALTO DILUÍDO	TIPO	
	CM - 30	CM - 70
Temperatura de aplicação	30 ° C	40 ° C
Viscosidade Saybol - FuroI	100 a 125 s (25° C)	80 a 100 s (20°C)
Taxa de aplicação	1,2 l/m <sup>2</sup>	0,7 l/m <sup>2</sup>

A penetração betuminosa é determinada a partir da média aritmética de no mínimo 6 (seis) medições da espessura do betume penetrado no CP, ou seja, calculada pela seguinte expressão:

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6}{6}$$

Sendo:

$\bar{P}$ : Penetração média da imprimadura no CP (mm);

$P_1, P_2, P_3 \dots P_6$ : Medidas da Penetração em cada CP (mm).

### 3. EXECUÇÃO DO ENSAIO

#### Aparelhagem

- a) A descrição detalhada da aparelhagem utilizada encontra-se normalizada pelo DER-SP, segundo M-199/89;

#### Preparação da amostra

- b) Preparar o solo a ser ensaiado segundo referido em [Preparação das amostras](#);

#### Compactação dos CP's

- c) A fim de se obter uma depressão circular em uma das faces do CP, posicionar o macho circular (35 mm de diâmetro e 1,5 mm de profundidade) dentro do molde cilíndrico de forma centrada. Proceder ao ensaio de acordo com o método descrito no [Ensaio de Compactação Mini-Proctor](#) utilizando a energia de compactação Intermediária, no entanto, efetuar os 12 golpes apenas na face do CP sem depressão (Figura 1);



Introdução do macho circular metálico



Adição da porção de solo a ser compactada



Introdução do disco de polietileno e do anel metálico



Assentamento do solo

**Figura 1** - Preparação do CP da compactação

### Preparação dos CP's

- d) Com auxílio do dispositivo de extração do conjunto compactador, retirar o CP do molde cilíndrico, remover o macho circular, o anel metálico e o disco de polietileno. Pesar o CP para o cálculo da MEAS (Figura 2);



Figura 2 - Extração do CP

- e) Parafinar o CP, exceto na área da depressão circular citada. Repetir os procedimentos “a” a “d” para todos os 5 (cinco) CP's compactados. Deixar os CP's à sombra por um período de 60 horas, para perda de umidade ao ar (Figura 3);



Figura 3 - Revestimento do CP com parafina

- f) Umedecer a parte circular não parafinada do CP na taxa de aproximadamente  $0,5 \text{ l/m}^2$  de água, com auxílio de um conta gotas, distribuindo as gotas de água de maneira regular. Deixar os CP's em repouso por 15 minutos, a fim de garantir uma distribuição homogênea de água no CP (Figura 4);



Umedecimento do CP



CP's em repouso

**Figura 4** - Preparação dos CP's para aplicação da imprimadura

### Imprimação e cura

- g) Efetuar a imprimação com CM-30, conforme as condições descritas na Tabela 1, na taxa de 1,2 l/m<sup>2</sup>. Deixar os CP's em repouso por 72 horas (Figura 5);



Aplicação da imprimadura no CP



Cura da imprimadura

**Figura 5** - Processo de imprimação e cura dos CP's

- h) Após a cura, partir os CP's longitudinalmente a partir de sua base não imprimada e medir a penetração da imprimadura asfáltica em no mínimo 6 (seis) locais distintos em cada CP (Figura 6). Anotar os valores na folha de ensaio (Tabela 2);



CP partido longitudinalmente



Medição da camada penetração da imprimadura

**Figura 6** - Verificação da imprimadura penetrada.

- i) Caso seja desconhecida a umidade ótima ( $h_o$ ) do solo, calcular as umidades de compactação ( $h_c$ ) e a massa específica aparente seca (MEAS) de cada CP para traçar a curva de compactação " $h_c$  versus MEAS", a fim de se determinar a  $h_o$  do solo, conforme realizado no cálculo do [Ensaio de Compactação Mini-Proctor](#);
- j) A partir da média das penetrações da imprimadura ( $\bar{P}$ ) em cada CP (Tabela 2) e da  $h_c$ , traçar a curva " $h_c$  versus  $\bar{P}$ ". Verificar graficamente a espessura da penetração correspondente à  $h_o - 2\%$ , se for superior a 10 mm, repetir os procedimentos "a" a "i" utilizando, entretanto o CM- 70 na taxa de 0,7 l/m<sup>2</sup> no processo de aplicação da imprimadura (item "g");

**Tabela 2 - Folha de anotações do ensaio de Penetração da Imprimadura (folha modelo)**

<b>ENSAIO DE PENETRAÇÃO DA IMPRIMADURA</b>																																										
IDENTIFICAÇÃO	TRECHO:	LOCAL:	AMOSTRA:																																							
ANOTAÇÕES:	PENETRAÇÃO DA IMPRIMADURA (mm)																																									
1ª MEDIDA (mm)																																										
2ª MEDIDA (mm)																																										
3ª MEDIDA (mm)																																										
4ª MEDIDA (mm)																																										
5ª MEDIDA (mm)																																										
6ª MEDIDA (mm)																																										
MÉDIA DA PENETRAÇÃO (mm)																																										
UMIDADE DE COMPACTAÇÃO (%)																																										
PENETRAÇÃO DA IMPRIMADURA X UMIDADE																																										
<table border="1"> <tr> <td rowspan="6" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">PENETRAÇÃO (%)</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>						PENETRAÇÃO (%)																																				
PENETRAÇÃO (%)																																										
TEOR DE UMIDADE DE COMPACTAÇÃO (%)																																										
ho:	PENETRAÇÃO DA IMPRIMADURA NA ho:																																									
OPERADOR:	DATA:																																									