



**MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO - IPR
DIVISÃO DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA**

Rodovia Presidente Dutra km 163 - Centro Rodoviário, Parada de Lucas
Rio de Janeiro, RJ - CEP 21240-330

**Norma rodoviária
Especificação de Serviço
DNER-ES 392/99
p. 01/10**

**Pavimentação - tratamento superficial duplo com asfalto
polímero**

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de revestimento do pavimento empregando aplicações sucessivas de ligante asfáltico modificado por polímero e de agregado e estabelece também os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e controle da qualidade dos materiais e da execução, além dos critérios para aceitação, rejeição e medição dos serviços.

ABSTRACT

This document presents procedures for double surface dressing construction with polymer asphalt. It presents requirements concerning materials, equipment, execution, ambiental preserving, quality control and the criteria for acceptance, rejection and measurement of the services.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definição

- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Inspeção
- 8 Critérios de medição
- 9 Recomendação

0 PREFÁCIO

Esta Norma estabelece a sistemática empregada na execução e no controle da qualidade do serviço em epígrafe.

1 OBJETIVO

Fixar a sistemática empregada na execução de revestimentos asfálticos, do tipo tratamento superficial duplo com asfalto polímero, sobre uma superfície imprimada ou pintada, de acordo com os alinhamentos, greide e seção transversal de projeto.

Macrodescriptores MT : pavimentação

Microdescriptores DNER : tratamento superficial duplo, asfalto polímero

Palavras-chave IRRD/ IPR : tratamento superficial (3679), material asfáltico (4955), asfalto polímero, emulsão polímero

Descriptores SINORTEC : asfalto polímero, pavimento

Aprovada pelo Conselho Administrativo em 09/03/99, Resolução nº 06/99, Sessão nº CA/03/99

Autor: DNER/DrDTc (IPR)

Processo nº 51100009011/98-08

2 REFERÊNCIAS

Para entendimento desta Norma deverão ser consultados os documentos seguintes:

- a) DNER-EM 396/99 - Cimento asfáltico modificado por polímero;
- b) DNER-ME 002/98 - Emulsão asfáltica - carga da partícula;
- c) DNER-ME 003/94 - Material betuminoso - determinação da penetração;
- d) DNER-ME 005/94 - Emulsão asfáltica - determinação da peneiração;
- e) DNER-ME 006/94 - Emulsões asfálticas - determinação da sedimentação;
- f) DNER-ME 035/98 - Agregados - determinação da abrasão “**Los Angeles**”;
- g) DNER-ME 059/94 - Emulsões asfálticas - determinação da resistência à água (adesividade);
- h) DNER-ME 063/94 - Emulsões asfálticas catiônicas - determinação da desemulsibilidade;
- i) DNER-ME 078/94 - Agregado graúdo - adesividade a ligante betuminoso;
- j) DNER-ME 079/94 - Agregado - adesividade a ligante betuminoso;
- l) DNER-ME 083/98 - Agregados - análise granulométrica;
- m) DNER-ME 086/94 - Agregado - determinação do índice de forma;
- n) DNER-ME 089/94 - Agregados - avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- o) DNER-ME 148/94 - Material betuminoso - determinação dos pontos de fulgor e de combustão (vaso aberto **Cleveland**);
- p) DNER-ME 382/99 - Determinação da recuperação elástica de materiais asfálticos modificados por polímero, pelo método do ductilômetro;
- q) DNER-ME 384/99 - Estabilidade ao armazenamento de asfalto polímero;
- r) DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- s) DNER-ISA 007 - Instrução de serviço ambiental;
- t) ABNT-MB 581/71 - Viscosidade “**Saybolt-Furol**” de emulsões asfálticas;
- u) ABNT NBR-6560/85 - Materiais betuminosos - determinação de ponto de amolecimento;
- v) ABNT NBR-6568/84 - Determinação do resíduo de destilação de emulsão asfáltica;
- x) Pesquisa de asfaltos modificados por polímeros - Divisão de Pesquisas e Desenvolvimento, IPR/DNER.

3 DEFINIÇÃO

Para os efeitos desta Norma é adotada a definição seguinte:

Tratamento superficial duplo com asfalto polímero - camada de revestimento do pavimento constituída por duas aplicações sucessivas de ligante asfáltico modificado por polímero do tipo SBS, cobertas cada uma por camada de agregado mineral.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta Especificação, sob condições climáticas adversas, tais como, chuva ou temperaturas inferiores a 10°C.

4.2 Todo carregamento de ligante asfáltico modificado por polímero que chegar à obra deve ter certificado de análise, além de apresentar indicações relativas do tipo, da procedência, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de serviço.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Material

Os materiais constituintes do tratamento superficial duplo são o agregado e o cimento asfáltico modificado por polímero, ou emulsão asfáltica polimerizada, os quais devem satisfazer as especificações aprovadas pelo DNER.

5.1.1 Ligante asfáltico modificado por polímero

Podem ser empregados:

- a) cimentos asfálticos modificados por polímero do tipo SBS;
- b) emulsões asfálticas, tipos RR-1C e RR-2C, modificadas por polímero (SBS).

O uso da emulsão asfáltica somente é permitido quando forem empregados em todas as camadas do revestimento.

5.1.2 Melhoradores de adesividade

Não havendo boa adesividade entre o agregado e o asfalto polímero, deve ser empregado um melhorador de adesividade, na quantidade fixada no projeto.

5.1.3 Agregados

Os agregados podem ser pedra, escória, cascalho ou seixo rolado, britados. Devem consistir de partículas limpas, duras, resistentes, isentas de cobertura e torrões de argila e apresentar as características seguintes:

- a) desgaste Los Angeles igual ou inferior a 40% (DNER-ME 035); admite-se agregados com valores maiores, no caso de terem apresentado desempenho satisfatório em utilização anterior;
- b) índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086);
- c) durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 089);
- d) adesividade superior a 90% (DNER-ME 059);
- e) granulometria do agregado (DNER-ME 083), obedecendo uma das faixas seguintes:

Peneira de malha quadrada		Porcentagem passando, em peso (faixas)			Tolerância na curva de projeto (%)
ABNT	Abertura	A 1ª Camada	B 1ª ou 2ª Camada	C 2ª Camada	
1"	25,4	100	-	-	-
3/4"	19,1	90-100	-	-	± 7
1/2"	12,5	20-55	100	-	± 7
3/8"	9,5	0-15	85-100	100	± 7
Nº 4	4,8	0-5	10-30	85-100	± 5
Nº 10	2,0	-	0-10	10-40	± 5
Nº 200	0,075	0-2	0-2	0-2	± 2

5.1.4 Taxas de aplicação e de espalhamento

5.1.4.1 As quantidades, ou taxas de aplicação de ligante asfáltico e de espalhamento de agregados, são fixadas no projeto e ajustadas no campo, por ocasião do início dos serviços.

5.1.4.2 As quantidades do ligante asfáltico empregadas na 1ª e 2ª aplicação, são definidas também no projeto em função do tipo utilizado (asfalto ou emulsão).

5.1.4.3 Quando for empregado agregado poroso, deve ser considerada a sua porosidade na fixação da taxa de aplicação do ligante asfáltico modificado por polímero.

5.1.4.4 Recomenda-se, de uma maneira geral, as seguintes taxas de aplicação de agregados e de cimento asfáltico. No caso de emulsão considerar o asfalto residual.

Camada	Cimento asfáltico	Agregado
1ª	1,20 λ/m^2 – 1,80 λ/m^2	20 kg/m ² a 25 kg/m ²
2ª	0,80 λ/m^2 – 1,20 λ/m^2	10 kg/m ² a 12 kg/m ²

5.2 Equipamento

Todo equipamento, antes do início da execução do serviço, deve atender ao recomendado nesta Especificação, fator que condiciona a emissão da ordem de serviço. Os equipamentos requeridos são os seguintes:

- carros distribuidores de ligante asfáltico modificado por polímero, providos de dispositivos de aquecimento, tacômetro, calibradores e termômetros com precisão de ± 1 °C, em locais de fácil acesso, e, ainda, de espargidor manual para o tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas. As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante e que permitam uma aplicação homogênea;
- distribuidores de agregados, rebocáveis ou automotrizes, possuindo dispositivos que permitam um espalhamento homogêneo da quantidade de agregados, fixada no projeto;

- c) rolos compressores do tipo tandem ou de preferência, pneumáticos, autopropulsores. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 35 psi a 120 psi.

5.3 Execução

As operações para as execuções das camadas do Tratamento Superficial Duplo com asfalto polímero são discriminadas a seguir:

5.3.1 Inicialmente, proceder a uma varredura da pista imprimada, ou pintada, para eliminar todas as partículas de pó.

5.3.2 A temperatura para aplicação do ligante asfáltico é determinada em função da relação temperatura-viscosidade para as emulsões asfálticas. São recomendadas as seguintes faixas de viscosidade e temperatura:

- a) cimento asfáltico, 150°C acrescida de 3°C para cada 1% de polímero: 150°C + 3°C/1% polímero.
- b) emulsões asfálticas, 20 segundos a 100 segundos, “Saybolt-Furol” (ABNT-MB 581) .

A temperatura máxima deve ser de 180°C.

5.3.3 No caso de utilização de melhorador de adesividade, exigir que este seja adicionado ao ligante asfáltico, no canteiro de obra, obrigando-se sempre à recirculação da mistura.

5.3.4 O material asfáltico deve ser aplicado de uma só vez, em toda a largura da faixa a ser tratada. Excedentes de material asfáltico na pista devem ser prontamente eliminados.

5.3.5 Imediatamente após, proceder ao espalhamento da 1ª camada do agregado, na quantidade indicada no projeto. Excesso ou faltas devem ser corrigidas antes do início da compressão.

5.3.6 Iniciar a compressão do agregado, imediatamente, após o seu lançamento na pista. A compressão deve começar pelos bordos e progredir para o eixo, nos trechos em tangente e, nas curvas, deve progredir sempre do bordo mais baixo para o bordo mais alto, sendo que cada passagem deve recobrir, pelo menos, a metade da largura anteriormente rolada.

5.3.7 Após a compressão da camada e fixação do agregado, fazer uma varredura leve do material solto.

5.3.8 Executar a segunda camada de modo idêntico à primeira, após a liberação da primeira camada.

5.3.9 Não é permitido o tráfego quando da aplicação do ligante asfáltico ou do agregado. Liberar o tráfego somente após o término da compressão e de maneira controlada.

5.3.10 Recomenda-se a não superposição de juntas longitudinais na execução do tratamento superficial.

6 MANEJO AMBIENTAL

Para execução de revestimento asfáltico do tipo Tratamento Superficial Duplo modificado por polímero são necessários trabalhos envolvendo a utilização de asfalto polímero e agregados.

Os cuidados observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados, e o estoque.

6.1 Agregados

No decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

6.1.1 A brita e a areia somente são aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra.

6.1.2 Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.

6.1.3 Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos.

6.1.4 Impedir queimadas como forma de desmatamento.

6.1.5 Seguir as recomendações constantes da Norma DNER-ES 279 para os Caminhos de Serviço.

6.1.6 Construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.1.7 Exigir a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros.

6.2 Ligante asfáltico modificado por polímero

6.2.1 Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.

6.2.2 Vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada ou em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais.

6.2.3 Recuperar a área afetada pelas operações de construção/execução, mediante a remoção da usina e dos depósitos e à limpeza dos canteiros de obra.

6.3 Quanto à instalação

Definir no projeto executivo, áreas para as instalações industriais, de maneira tal, que se consiga o mínimo de agressão ao meio ambiente.

6.4 Operação

6.4.1 Dotar os silos de estocagem de agregados frios de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.

6.4.2 Pavimentar e manter limpas as vias de acesso internas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de opacidade.

6.4.3 Manter em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle.

6.4.4 Substituir o óleo combustível por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e o estabelecimento de barreiras vegetais no local, sempre que possível.

7 INSPEÇÃO

7.1 Controle de qualidade do material

Todos os materiais devem ser examinados em laboratório obedecendo a metodologia indicada pelo DNER, e aceitos de acordo com as especificações em vigor.

7.1.1 Ligante asfáltico modificado por polímero

Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra, deve ser submetido aos seguintes tipos de ensaios:

7.1.1.1 Cimento asfáltico modificado por polímero

O controle de qualidade do ligante asfáltico consta dos seguintes ensaios:

a) Para todo carregamento que chegar à obra:

01 ensaio de penetração a 25°C (DNER-ME 003);

01 ensaio de ponto de fulgor (DNER-ME 148);

01 ensaio de ponto de amolecimento (ABNT NBR-6560);

01 ensaio de recuperação elástica a 25°C (DNER - ME 382);

01 ensaio de espuma;

01 ensaio de estabilidade ao armazenamento (DNER-ME 384).

b) Para cada 500t:

01 ensaio de infra-vermelho para determinação do teor de polímero, sendo permitida uma tolerância de $\pm 0,4\%$ do teor de projeto.

7.1.1.2 Emulsões asfálticas modificadas por polímeros

a) Para todo o carregamento que chegar à obra

- 01 ensaio de viscosidade “**Saybolt-Furol**” (ABNT-MB 581);
- 01 ensaio de resíduo (ABNT NBR-6568);
- 01 ensaio de peneiramento (DNER-ME 005);
- 01 ensaio de carga de partícula (DNER-ME 002);
- 01 ensaio de recuperação elástica a 25°C no resíduo da emulsão (DNER-ME 382).

b) Para cada 500t:

- 01 ensaio de infra-vermelho no resíduo da emulsão para determinação do teor de polímero, sendo permitida uma tolerância de $\pm 0,4\%$ do teor de projeto;

c) Para cada 100t:

- 01 ensaio de sedimentação (DNER-ME 006);
- 01 ensaio de desemulsibilidade (DNER-ME 063);
- 01 ensaio de destilação (ABNT-NBR 6568).

7.1.2 Agregado

- 02 ensaios de granulometria dos agregados para cada jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083) com amostras coletadas de uma maneira aleatória;
- 01 ensaio de índice de forma, para cada 900m³ (DNER-ME 086);
- 01 ensaio de adesividade, para todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra e sempre que houver variação da natureza do material (DNER-ME 078, DNER-ME 079);
- 01 ensaio de desgaste Los Angeles, por mês, ou quando houver variação da natureza do material (DNER-ME 035).

7.2 Controle da execução

7.2.1 Temperatura

A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser medida no caminhão distribuidor, imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz a temperatura preconizada.

7.2.2 Taxas de aplicação e espalhamento

7.2.2.1 Ligante asfáltico modificado por polímero

O controle da quantidade do ligante asfáltico aplicado, obtido através do ligante residual, será feito, mediante a colocação de bandejas de peso e área conhecidos, na pista, aleatoriamente, onde está sendo feita a aplicação. Por intermédio de pesagens, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de ligante asfáltico utilizado no cálculo da taxa de aplicação no caso de cimento asfáltico. Para as emulsões, considerar o asfalto residual, após peso constante. A tolerância admitida na taxa de aplicação é de $\pm 0,2 \lambda/m^2$

7.2.2.2 Agregados

O controle de quantidade de agregados espalhados longitudinal e transversalmente é feito mediante a colocação de bandejas, de peso e área conhecidos, na pista, aleatoriamente, onde estiver sendo feito o espalhamento. Por intermédio de pesagens, após a passagem do dispositivo espalhador, tem-se a quantidade de agregados espalhada. A tolerância admitida na taxa de aplicação é de $\pm 1,5\text{kg/m}^2$.

7.2.3 O número de ensaios e determinações utilizadas nos ensaios de controle de granulometria dos agregados e das taxas é definido pelo executante em função do risco a ser assumido de se rejeitar um serviço de boa qualidade, conforme a tabela seguinte:

Tabela de amostragem variável															
n	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = n° de amostras				k = coeficiente multiplicador				α = risco do executante							

O número mínimo de ensaios e determinações por segmento (área inferior a 3.000m^2) é de cinco.

7.3 Verificação final da qualidade

7.3.1 Acabamento da superfície

O acabamento da superfície dos diversos segmentos concluídos deve ser verificado com duas réguas, uma de 1,20m e outra de 3,00m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder 0,5cm, quando verificada com qualquer das réguas.

7.3.2 Alinhamentos

A verificação do eixo e bordos nas diversas seções correspondentes às estacas da locação deve ser feita à trena. Os desvios verificados não devem exceder $\pm 5\text{cm}$.

7.4 Critérios de aceitação e rejeição

7.4.1 Todos os ensaios dos materiais indicados em 7.1 devem atender aos requisitos especificados em 5.1.

7.4.2 Para o controle estatístico da granulometria dos agregados, das taxas de aplicação do ligante asfáltico e de espalhamento do agregado em que são especificados intervalos de valores máximos e mínimos devem ser verificadas as condições seguintes:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo de projeto}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow \text{rejeitar o serviço};$

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo de projeto}$ e $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow \text{aceitar o serviço}.$

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Onde:

X_i - valores individuais.

\bar{X} - média da amostra.

s - desvio padrão da amostra.

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - número de determinações.

7.4.3 Os serviços rejeitados devem ser corrigidos, complementados ou refeitos.

7.4.4 Os resultados do controle estatístico da execução devem ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento e associados à medição dos serviços.

8 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços aceitos são medidos de acordo com os critérios seguintes:

8.1 O Tratamento Superficial Duplo com asfalto polímero é medido através da área executada, em metros quadrados incluindo todas as operações e encargos para a sua execução, o armazenamento e transporte do ligante asfáltico modificado por polímero (SBS), dos tanques de estocagem à pista, bem como, a produção e o transporte de agregados.

8.2 A quantidade de ligante asfáltico efetivamente aplicado é obtida através da média aritmética dos valores medidos na pista, em toneladas.

8.3 O transporte do ligante asfáltico, efetivamente aplicado, deve ser medido com base na distância entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de serviço.

9 RECOMENDAÇÃO

9.1 Os serviços rejeitados poderão ser corrigidos de acordo com as proposições das Instruções para Controle Tecnológico de Serviços de Pavimentação, resolução 1715/87 do Conselho Administrativo do DNER, com as devidas adaptações onde couber.

9.2 Recomenda-se $\alpha = 0,10$ da Tabela de amostragem variável do item 7.2.3. A freqüência das determinações de campo poderá ser realizada a cada $700m^2$ de pista.