

<i>Infra-estrutura</i>	<i>2</i>
<i>Pavimentação Rodoviária</i>	<i>2.03</i>
<i>Tratamento Superficial</i>	<i>2.03.11</i>

01. DEFINIÇÃO

Os tratamentos superficiais são revestimentos obtidos por aplicação separada e seqüencial de ligante betuminoso e agregado mineral de granulometria previamente especificada. Os tratamentos superficiais poderão ser :

Tratamento Superficial Simples

TSS, camada de revestimento do pavimento constituída pela aplicação de ligante betuminoso coberta por camada de agregado mineral.

Tratamento Superficial Duplo

TSD, camada de revestimento do pavimento constituída por duas aplicações sucessivas de ligante betuminoso cobertas cada uma por camada de agregado mineral.

Tratamento Superficial Triplo

TST, camada de revestimento do pavimento constituída por três aplicações sucessivas de ligante betuminoso cobertas cada uma por camada de agregado mineral.

Materiais

Os materiais constituintes do tratamento superficial simples são o ligante betuminoso e o agregado mineral, os quais devem satisfazer estas especificações.

Ligante Betuminoso

Poderão ser empregados:

- " Cimentos asfálticos CAP-7 ou CAP-150/200;
- " Alcatrões, tipos AP-11 e AP-12;
- " Emulsões asfálticas, tipos RR-1C e RR-2C.

Em se tratando de tratamento superficial duplo ou triplo, o uso de alcatrão ou da emulsão asfáltica somente será permitido quando forem empregados em todas as camadas do revestimento.

Poderão ser usados, também, ligantes betuminosos modificados, quando indicados no projeto.

Melhoradores de Adesividade

Não havendo boa adesividade entre o agregado e o ligante betuminoso, deverá ser empregado um melhorador de adesividade, na quantidade fixada no projeto.

Agregados

Os agregados poderão ser pedra, escória, cascalho ou seixo rolado, britados. Deverão constituir-se de partículas limpas, duras, resistentes, livres de torrões de argila e substâncias nocivas.

Não será permitida a mistura de materiais.

No caso de emprego de escória britada, esta deve ter uma massa específica aparente igual ou superior a 1.200 Kg/m³.

Os agregados deverão apresentar as seguintes características :

- " Desgaste "Los Angeles" igual ou inferior a 40 % (DNER-ME 035), admitindo-se agregados com valores maiores que tenham apresentado desempenho satisfatório em utilização anterior ;
- " Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086);
- " Durabilidade, perda inferior a 12 % (DNER-ME 089).
- " Granulometria, segundo o método DNER-ME 083, obedecendo uma das faixas seguintes:

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Tratamento Superficial	2.03.11

Para Tratamento Superficial Simples

GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS				
PENEIRAS		FAIXAS		TOLERÂNCIAS DA
pol.	mm.	A	B	Faixa de Projeto
1"	25,4	-	-	± 7
3/4"	19,1	-	-	± 7
1/2"	12,7	100	-	± 7
3/8"	9,5	85-100	100	± 7
N.º 4	4,8	10-30	85-100	± 5
N.º 10	2,0	0-10	10-40	± 5
N.º 200	0,074	0-2	0-2	± 2

Tabela 01.

Para Tratamento Superficial Duplo

GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS					
PENEIRAS		% PASSANDO, EM PESO			TOLERÂNCIAS DA FAIXA DE PROJETO
pol.	mm.	A 1ª Camada	B 1ª ou 2ª Camada	C 2ª Camada	
1"	25,4	100	-	-	± 7
3/4"	19,1	90-100	-	-	± 7
1/2"	12,7	20-55	100	-	± 7
3/8"	9,5	0-15	85-100	100	± 7
N.º 4	4,8	0-5	10-30	85-100	± 5
N.º 10	2,0	-	0-10	10-40	± 5
N.º 200	0,074	0-2	0-2	0-2	± 2

Tabela 02.

Nota: a faixa B pode ser empregada como 1ª e 2ª camada.

Para Tratamento Superficial Triplo

GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS					
Peneiras		% Passando, em peso			Tolerância da da faixa de Projeto
pol.	mm.	A 1ª Camada	B 2ª Camada	C 3ª Camada	
11/2"	28,1	100	-	-	
1"	25,4	90-100	-	-	± 7
3/4"	19,1	20-55	-	-	± 7
1/2"	12,7	0-15	100	-	± 7
3/8"	9,5	0-15	85-100	100	± 7
Nº 4	4,8	-	10-30	85-100	± 5
N.º 10	2,0	-	0-10	10-40	± 5
N.º 200	0,074	0-2	0-2	0-2	± 2

Tabela 03.

02. MÉTODO EXECUTIVO

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Pavimentação Rodoviária</i>	2.03
<i>Tratamento Superficial</i>	2.03.11

As operações para a execução da camada do Tratamento Superficial serão as seguintes:

Inicialmente, será procedida uma varredura da pista imprimada, ou pintada, para eliminar todas as partículas de pó.

A temperatura para aplicação do ligante betuminoso será determinada em função da relação temperatura-viscosidade. São recomendadas as seguintes faixas de viscosidades:

- " Cimento asfáltico, 20 a 60 segundos, **"Saybolt-Furol"** (DNER-ME 004).
- " Alcatrão, 6 a 20 graus, **"Engler"** (ASTM-D 1665).
- " Emulsões asfálticas, 20 a 100 segundos, **"Saybolt-Furol"** (DNER-ME 004).

No caso de utilização de melhorador de adesividade, o aditivo deverá ser adicionado ao ligante betuminoso, no canteiro de obra, obrigando-se sempre à recirculação da mistura.

O ligante betuminoso deverá ser aplicado de uma só vez, em toda a largura da faixa a ser tratada. Excedentes de ligante betuminoso na pista deverão ser prontamente eliminados.

O material betuminoso não deverá ser aplicado em superfícies molhadas, com exceção da emulsão asfáltica, desde que não haja excesso de água na superfície.

Imediatamente após a aplicação do ligante, será procedido o espalhamento da camada do agregado, na quantidade indicada no projeto.

O espalhamento será realizado pelo equipamento adequado de modo a assegurar uma boa junção entre duas aplicações adjacentes. O distribuidor deverá ser ajustado e operado de modo a distribuir o material uniformemente sobre a largura projetada.

Para se garantir uma cobertura uniforme a distribuição poderá ser complementada por processo manual adequado.

No caso de paralisação súbita e imprevista do distribuidor de agregados, a distribuição será feita manualmente, na superfície já coberta com o material betuminoso.

Qualquer excesso de agregado deverá ser removido antes da compressão.

A extensão de material betuminoso aplicado deverá ficar condicionada à capacidade de cobertura imediata com agregado.

A compressão do agregado será iniciada, em toda a largura da pista, imediatamente após o seu lançamento. A compressão deverá começar pelos bordos e progredir para o eixo, nos trechos em tangente.

Nas curvas, a compressão deverá progredir sempre do bordo mais baixo para o bordo mais alto, sendo cada passagem do rolo recoberta, na vez subsequente, de, pelo menos, metade de sua largura.

A compressão deverá ser interrompida antes do aparecimento de sinais de esmagamento do agregado.

Após a compressão da camada, obtida a fixação do agregado, será feita uma varredura leve do material solto.

No caso de tratamento duplo ou triplo, a segunda e a terceira camadas serão executadas de modo idêntico à primeira.

O tráfego deverá ser liberado somente após o término da compressão e de maneira controlada. Não será permitido o tráfego quando da aplicação do ligante betuminoso ou do agregado.

Em caso de necessidade de abertura do trânsito antes de se completar a compressão, deverá ser feito um controle, para que os veículos não ultrapassem a velocidade de 10 Km/hora.

Decorridas 24 horas do término da compressão, o trânsito deverá ser controlado, com velocidade máxima de 40 Km/hora.

No caso de emprego de asfalto diluído, o trecho não deverá ser aberto ao trânsito até que o material betuminoso tenha secado e que os agregados não possam mais ser arrancados pelos veículos.

De 5 a 10 dias após abertura do trânsito, deverá ser feita uma varredura dos agregados não fixados pelo ligante.

<i>Infra-estrutura</i>	<i>2</i>
<i>Pavimentação Rodoviária</i>	<i>2.03</i>
<i>Tratamento Superficial</i>	<i>2.03.11</i>

Equipamentos

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

- " Carros distribuidores de material betuminoso, providos de dispositivos de aquecimento, tacômetro, calibradores e termômetros com precisão de ± 1 °C, em locais de fácil acesso, e, ainda, de espargidor manual (caneta) para o tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas. As barras de distribuição deverão ser de do tipo "circulação plena", com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante, que permitam uma aplicação homogênea;
- " Distribuidores de agregados, rebocáveis ou automotizes, possuindo dispositivos que permitam um espalhamento homogêneo da quantidade de agregados;
- " Rolos compressores do tipo "Tandem" ou de preferência, pneumáticos, autopropulsores. Os rolos compressores tipo "Tandem" deverão ter uma carga superior a 25 kg e inferior a 45 kg por centímetro de largura de roda. Seu peso total não deverá ser superior a 10 toneladas. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, deverão ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 2,46 a 8,44 kgf/cm² e (35 a 120 psi).

03. CRITÉRIOS DE CONTROLE

Controle da Qualidade do Material

Ligante Betuminoso

Recebimento

Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deverá apresentar certificado de análise além de trazer indicação clara da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de serviço.

Ensaio de Laboratório

Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar a obra deverá ser submetido aos seguintes tipos de ensaios:

Cimentos Asfálticos

01 ensaio de viscosidade absoluta a 60 °C (ABNT MB-827) quando o asfalto for classificado por viscosidade ou 01 ensaio de penetração a 25 °C quando o asfalto for classificado por penetração;

01 ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004);

01 ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004) a diferentes temperaturas para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura, para cada 100 t;

01 curva de viscosidade x temperatura;

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

01 ensaio de espuma;

01 índice de susceptibilidade térmica determinado pelo ensaio de penetração (DNER-EM 003), ensaio de ponto de amolecimento (ABNT NBR-6568);

01 índice Pfeiffer, para cada 500 t.

Alcatrões

01 ensaio de flutuação (ASTM-D 139);

01 ensaio de viscosidade "Engler" (ASTM-D 1665) para o estabelecimento da relação temperatura x viscosidade para cada 100 t;

01 ensaio de destilação (ASTM-D 20) para cada 100 t.

Emulsões Asfálticas

01 ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004);

01 ensaio de resíduo por evaporação (ABNT NBR-6568);

01 ensaio de peneiramento (DNER-ME 005);

01 ensaio de desesumabilidade (DNER-ME 063) para cada 100 t;

01 curva de viscosidade x temperatura quando a emulsão utilizada for a RR-2C.

Agregados

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Pavimentação Rodoviária</i>	2.03
Tratamento Superficial	2.03.11

Controle de qualidade dos agregados constará das seguintes verificações:

02 análises granulométricas para cada jornada de trabalho (DNER-ME 083) com amostras coletadas de uma maneira aleatória;

01 ensaio de desgaste Los Angeles, por mês, ou quando houver variação da natureza do material;

01 ensaio de densidade, para cada 900 m³ ;

01 ensaio de adesividade, para todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra e sempre que houver variação da natureza do material (DNER-ME 078).

Melhorador de Adesividade

O controle do melhorador de adesividade constará das seguintes verificações:

01 ensaio de adesividade, toda vez que o aditivo for incorporado ao ligante betuminoso (DNER-ME 078);

01 ensaio de adesividade, para todo o asfalto aditivado antes de sua aplicação (DNER-ME 079).

Controle da Execução

Temperatura

A temperatura de aplicação deverá ser aquela especificada em laboratório para o tipo de material betuminoso a ser utilizado.

A temperatura de aplicação do ligante betuminoso deverá ser medida no caminhão distribuidor, imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz o intervalo definido pela relação viscosidade x temperatura.

O ligante betuminoso somente deverá ser aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10⁰ C.

Taxas de Aplicação, Espalhamento e Uniformidade

Tratam-se das quantidades ou taxas de utilização de ligante betuminoso e de espalhamento de agregados a serem utilizadas nos tratamentos superficiais. Serão fixadas no projeto e ajustadas no campo, por ocasião do início dos serviços.

Quando for empregado agregado poroso ou de absorção elevada (por exemplo, escória britada)

estas características serão consideradas na fixação da taxa de aplicação do ligante betuminoso.

Recomenda-se, de uma maneira geral, as seguintes taxas de aplicação de agregados e de ligantes betuminosos:

Para Tratamento Superficial Simples

TAXAS	
Ligante Betuminoso	Agregado Pétreo
0,8 l/m ² a 1,2 l/m ²	8 kg/m ² a 12 kg/m ²

Tabela 04.

Para Tratamento Superficial Duplo

Camada	Ligante Betuminoso	Agregado
1 ^a	-	20 a 25 kg/m ²
2 ^a	-	10 a 12 kg/m ²
1 ^a e 2 ^a Aplicações	2 a 3 l/m ²	-

Tabela 05.

Para Tratamento Superficial Triplo

Camada	Ligante Betuminoso	Agregado
1 ^a	-	20 a 25kg/m ²
2 ^a	-	10 a 12 kg/m ²
3 ^a		5 a 7 kg/m ²
1 ^a , 2 ^a e 3 ^a Aplicações	2 a 3 l/m ²	-

Tabela 06.

Controle da Quantidade do Ligante Betuminoso

O controle de quantidade do material betuminoso será feito pela pesagem do veículo distribuidor, antes e depois da aplicação do material betuminoso.

Outra verificação adicional poderá ser feita com a utilização de régua graduada para medida da quantidade de ligante existente no tanque do veículo distribuidor, antes e depois da aplicação na pista.

O controle estatístico da quantidade do ligante betuminoso aplicado, obtido através do ligante residual, poderá ser feito, aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas de peso e área

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Pavimentação Rodoviária</i>	2.03
Tratamento Superficial	2.03.11

conhecidos, na pista onde está sendo feita a aplicação. Por intermédio de pesagens, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de material betuminoso aplicada. A tolerância admitida na taxa de aplicação será de $\pm 0,2 \text{ l/m}^2$

Controle da Uniformidade de Aplicação do Ligante Betuminoso

Deverá ser feita uma descarga de 15 a 30 segundos, para que se possa controlar a uniformidade de distribuição.

Esta descarga poderá ser efetuada fora da pista, ou na própria pista, quando o veículo distribuidor for dotado de uma calha, colocada abaixo da barra, para recolher o ligante betuminoso.

Controle da Quantidade e Uniformidade do Agregado
O controle de quantidade de agregado espalhado longitudinal e transversalmente será feita, aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas,

de peso e área conhecidos, na pista 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 será de $\pm 1,5 \text{ Kg/m}^2$. Este mesmo agregado servirá para o ensaio de granulometria, que controlará a uniformidade do material utilizado.

Deverão ser feitos, para cada dia de operação, pelo menos dois controles da quantidade de agregado aplicado.

Controle Estatístico das Taxas de Aplicação e da Granulometria dos Agregados

O número de determinações utilizadas nos ensaios de controle estatístico será definido pela Contratada em função do risco a ser assumido de se rejeitar um serviço de boa qualidade, conforme a tabela :

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
	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 = nº de amostras				k = coeficiente multiplicador						= risco da Contratada					

Tabela 07.

O número mínimo de ensaios e determinações por segmento (área inferior a 3.000 m^2) será de 5.

Para o controle estatístico da granulometria dos agregados, das taxas de aplicação do ligante betuminoso e do espalhamento do agregado em que são especificados intervalos de valores máximos e mínimos deverá ser verificada a seguinte condição :

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

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

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.

Os resultados do controle estatístico da execução serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

Acabamento da Superfície

<i>Infra-estrutura</i>	2
<i>Pavimentação Rodoviária</i>	2.03
<i>Tratamento Superficial</i>	2.03.11

O acabamento da superfície dos diversos segmentos concluídos será verificado com duas réguas, uma de 1,20 m e outra de 3,00 m 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 deverá exceder 0,5cm, quando verificada com qualquer das duas réguas.

Alinhamentos

A verificação do eixo e bordos nas diversas seções correspondentes às estacas da locação será feita à trena. Os desvios verificados não deverão exceder a ± 5 cm.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Não será permitida a execução de tratamentos superficiais durante os dias de chuva.

Manejo Ambiental

Os cuidados com a preservação do meio ambiente nos serviços de execução de revestimentos do tipo tratamento superficial simples envolvem a obtenção e aplicação de agregado pétreo e o estoque e aplicação de ligante betuminoso.

Agregados

Quando forem obtidos mediante exploração de ocorrência indicada no projeto, deverão ser considerados os seguintes aspectos :

- " A aceitação dos agregados somente ocorrerá após a aprovação da licença ambiental para a exploração da pedreira.
- " Será evitada a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.
- " A exploração da pedreira será planejada adequadamente a fim de minimizar os danos inevitáveis e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos.
- " Serão impedidas queimadas como forma de desmatamento.

- " Deverão ser construídas, Junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para a retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem de brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.
- " Será exigida a documentação atestando a regularidade das instalações, bem como, sua operação junto a órgão ambiental competente, quando o agregado pétreo for fornecido por terceiros.

Ligante Betuminoso

Os depósitos serão instalados em locais afastados dos cursos d'água.

Será proibido o refugo de materiais usados áreas onde possam causar prejuízos ambientais.

As áreas afetadas pelas operações de construção/execução deverão ser recuperadas, mediante a remoção de tanques e a limpeza do canteiro de obras.

04. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

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

A execução do tratamento superficial seja ele simples, duplo ou triplo será medida através da área executada, em metros quadrados, de acordo com a seção transversal de projeto, conforme item de planilha específico, considerando-se o tipo de tratamento e o material utilizado.

Estão consideradas nestes preços todas as operações necessárias a execução dos tratamentos, incluindo a produção e/ou aquisição do(s) agregado(s), seu transporte até o canteiro e deste até os pontos de distribuição, seu armazenamento, perdas e a distribuição na pista. Estão também considerados o armazenamento e transporte do ligante betuminoso, dos tanques de estocagem à pista, eventual utilização de melhoradores de adesividade, correções de eventuais falhas, confecção e remoção de cunhas de concordância etc.

Infra-estrutura	2
Pavimentação Rodoviária	2.03
Tratamento Superficial	2.03.11

O **ligante betuminoso** utilizado, será pago separadamente, em item de planilha específico, sendo sua quantidade obtida através da média aritmética dos valores medidos na pista. No levantamento da quantidade utilizada será observada a tolerância admissível de $\pm 0,2 \text{ l/m}^2$ em relação à Taxa de Aplicação definida em laboratório.

Somente será objeto de medição a quantidade de ligante efetivamente aplicada.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual incluindo toda a mão-de-obra com encargos sociais, materiais e equipamentos necessários à execução.

Estão incluídos no preço do ligante sua aquisição e transporte (frete, seguros etc.) entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de obras.

Deverão estar computadas no preço unitário do material betuminoso as eventuais perdas.

05. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
DNER	ES 308/97	Tratamento Superficial Simples
DNER	ES 309/97	Tratamento Superficial Duplo
DNER	ES 310/97	Tratamento Superficial Triplo
DNER	EM 204/95	Cimentos asfálticos de petróleo
DNER	EM 364/97	Alcatrões para pavimentação
DNER	EM 369/97	Emulsões asfálticas catiônicas
DNER	ME 002/94	Emulsão asfáltica - carga da partícula
DNER	ME 003/94	Materiais betuminosos - determinação da penetração
DNER	ME 004/94	Materiais betuminosos - determinação da viscosidade " Saybolt-Furol " a alta temperatura
DNER	ME 005/94	Emulsão asfáltica - determinação da peneiração
DNER	ME 035/94	Agregados - determinação da abrasão " Los Angeles "
DNER	ME 053/94	Misturas betuminosas - percentagem de betume
DNER	ME 063/94	Emulsões asfálticas catiônicas - determinação da desemulsibilidade
DNER	ME 079/94	Agregado - adesividade a ligante betuminoso
DNER	ME 083/94	Agregados - análise granulométrica
DNER	ME 086/94	Agregado - determinação do índice de forma
DNER	ME 089/94	Agregados - avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou magnésio
DNER	ME 148/94	Material betuminoso - determinação dos pontos de fulgor e combustão (vaso aberto de Cleveland)
DNER	PRO 277/97	Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNER		Manual de Pavimentação, 1996
ABNT	NBR 6568	Emulsões asfálticas - ensaio de resíduo por evaporação
ABNT	NBR 6560	Materiais betuminosos - determinação de ponto de amolecimento
ABNT	MB 827/73	Determinação da viscosidade absoluta
ASTM	D 1665/73	Alcatrão para pavimentação - viscosidade específica " Engler "
ASTM	D 139/77	Alcatrão para pavimentação - ensaio de flutuação
ASTM	D 20/77	Alcatrão para pavimentação - ensaio de destilação