



**Departamento de Infraestrutura do estado
de Santa Catarina**

DEINFRA-SC - Departamento Estadual
de Infraestrutura de Santa Catarina
Rua Tenente Silveira, 162 - Edifício
das Diretorias - Centro
Florianópolis - SC - 88010-300
Tel: +55 48 3251-3000

www.deinfra.sc.gov.br

DEINFRA-SC ES - P 12/16

PAVIMENTAÇÃO: TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR PENETRAÇÃO – À QUENTE

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Administrativo em: 17/05/2016

Resolução n.o 0149/2016.

Esta especificação substitui a DER/SC ES-P 08/92 –
Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração

Autor: DEINFRA-SC (DPLA)

Palavras-chaves: Tratamentos Superficiais
Simples, Tratamentos Superficiais Duplos,
Tratamentos Superficiais Triplos,
Revestimentos asfálticos, Cimentos Asfálticos
de Petróleo Modificados por Polímeros ou por
Borracha de pneus.

14
páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática a ser empregada na execução de camada do Tratamentos Superficiais Asfálticos à Quente, com Cimentos Asfálticos de Petróleo modificados por polímeros, ou borracha de pneus. São indicados como revestimentos da pista de rolamento e/ou acostamentos, em pavimentos novos ou em recapeamentos, ou como CIAT – Camada Intermediária de Absorção de Tensões, em obras de restauração de pavimentos. São definidos os requisitos técnicos relativos a materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, às **Instruções e Recomendações Gerais do DEINFRA.**

SUMÁRIO

1. Descrição
2. Materiais
3. Equipamentos
4. Execução
5. Controle
6. Medição e Pagamento

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-12/16

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR
PENETRAÇÃO A QUENTE**

PÁG. 1/14

1. DESCRIÇÃO

Os Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração à Quente abrangem todos os revestimentos com espessuras que não ultrapassem 0,03 m que envolvem aplicações alternadas de ligante asfáltico e agregados minerais, e aditivos, se necessário, sobre uma superfície devidamente preparada.

Quando executados, respectivamente com uma ou duas camadas superpostas, cada uma constituída por uma aplicação de material asfáltico e uma aplicação de agregado, os Tratamentos Superficiais Asfálticos à Quente são denominados Tratamentos Superficiais Asfálticos Simples à Quente e Tratamentos Superficiais Asfálticos Duplos à Quente, respectivamente.

Os Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração à Quente, objeto dessa especificação, são ainda classificados pela forma de penetração do ligante asfáltico como "tratamentos por penetração invertida". Um Tratamento Superficial por Penetração Invertida consiste em aplicar o material asfáltico sobre a superfície subjacente e, em seguida, distribuir o agregado e comprimi-lo, de modo a fazer com que o material asfáltico, ao refluir, recubra, parcialmente, as partículas do agregado, fixando-os à estrutura do pavimento.

Um tratamento asfáltico por penetração direta, consiste em distribuir e comprimir, inicialmente, o agregado e em seguida, aplicar o material asfáltico, que assim penetrará de cima para baixo.

Os Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração à Quente são indicados como revestimentos da pista de rolamento e/ou acostamentos, em pavimentos novos ou em recapeamentos, ou como CIAT – Camada Intermediária de Absorção de Tensões, em obras de restauração de pavimentos.

São camadas de desgaste, portanto, não devem ser consideradas, parte da estrutura do pavimento, quando do dimensionamento.

2. MATERIAIS

2.1 Materiais Asfálticos

2.1.1 Para a execução dos serviços podem ser utilizados os seguintes materiais:

- Cimento Asfáltico de Petróleo Modificados por Polímeros Elastoméricos Tipo: AMP 60/85-E ou AMP 65/90-E;
- Cimento Asfáltico de Petróleo com Borracha AB 22;

Nota: Para tráfegos leves, com $N < 1 \times 10^6$, poderá também ser utilizado o seguinte ligante:

- Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Polímeros Elastoméricos Tipo AMP 55/75-E.

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-12/16

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR
PENETRAÇÃO A QUENTE**

PÁG. 2/14

2.1.2 Para o “pré-envolvimento”:

- Cimento Asfáltico de Petróleo 50/70.

2.2 Agregados

Os agregados a serem utilizados, obtidos de acordo com o estabelecido na IG 11, das Informações e Recomendações Gerais, deverão ser constituídos de rocha sã ou seixo rolado, britados, constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de partículas lamelares, ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais, obedecidas, ainda, as seguintes indicações:

- Na composição dos tratamentos, deverão ser utilizados agregados de mesma natureza;
- Todos os agregados deverão passar por processo de peneiramento classificatório, prévio;
- Valor de perda máxima de 12% quando submetido ao ensaio de durabilidade com sulfato de sódio (**MÉTODO DNER-ME 89/94**);
- Valor máximo de 30% no ensaio de desgaste ou Abrasão "Los Angeles" (**MÉTODO DNER-ME 35/98**);
- Quando o agregado for obtido por britagem de seixos rolados, ao menos 95% dos fragmentos retidos na peneira nº 4, em peso, deverá apresentar uma ou mais faces resultantes da fratura;
- Valor superior a 0,5 no índice de forma (**MÉTODO DNER-ME 86/94**) ou valor máximo de 20% de grãos defeituosos no ensaio de lamelaridade;
- Valor satisfatório de adesividade (**MÉTODO DNER-ME 78/94**);
- Valor para o equivalente de areia, (**MÉTODO DNER/ME 54/97**), superior a 60%;
- Valor máximo de um por cento (1,0%) passando na peneira de 0,074 mm (nº 200), em peneiramento efetuado por lavagem do agregado; e
- Os agregados devem ser secos e, caso necessário, devem passar por processo de secagem em usinas para misturas asfálticas à quente.

2.3 Melhorador de Adesividade

No caso da necessidade de utilização de melhorador de adesividade ("Dope") este deverá ser adquirido separadamente e incorporado ao Ligante Asfáltico no canteiro de serviço. Em hipótese alguma será admitida a aquisição de Ligante Asfáltico já adicionado do melhorador de adesividade.

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-12/16

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR
PENETRAÇÃO A QUENTE**

PÁG. 3/14

2.4 Composição (dosagem)

A composição dos Tratamentos Asfálticos Superficiais, por penetração, deverá ser efetuada em laboratório seguindo o método do Eng Johannes Larsen e atender, ainda, as seguintes condições quanto a graduação:

a) A faixa granulométrica dos agregados deverá atender às seguintes condições:

a.1) Em cada camada, a granulometria dos agregados deve ser o mais uniforme possível, isto é, os agregados, devem tender a um só tamanho. Os agregados, assim considerados, são definidos pela relação: d/D

onde:

- d – (tamanho mínimo efetivo) é o tamanho em milímetros, obtido a partir da curva granulométrica, que corresponde a 15% em peso de material passante na peneira correspondente;
- D – (tamanho máximo efetivo) é o tamanho, em milímetros, obtido a partir da curva granulométrica, que corresponde a 90% em peso de material passante na peneira correspondente;

Nota: A relação d/D deveser maior ou igual a 0,65.

a.2) Objetivando maior travamento entre as camadas, nos tratamentos superficiais múltiplos, o tamanho relativo do agregado, nas várias camadas deverá ser escolhido de forma tal que o tamanho médio $-(D + d)/2$ - do agregado de cada camada seja aproximadamente a metade do correspondente tamanho médio da camada imediatamente inferior.

Atendendo as condições estabelecidas anteriormente são indicadas as faixas granulométricas dos quadros a seguir:

**ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA**

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-12/16

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR
PENETRAÇÃO A QUENTE**

PÁG. 4/14

2.4.1 Tratamento Superficial Asfáltico Simples a Quente

2.4.1.1 Faixas Granulométricas

Peneira		Percentagem passando, em peso		
ASTM	mm	Faixas		
		1	2	3
1	25,4	-	-	-
¾	19,1	-	-	100
½	12,7	100	100	0 – 25
3/8	9,52	0 – 20	85 – 100	0 – 5
¼	6,35	0 – 5	0 – 25	-
nº4	4,75	-	0 – 5	-
nº10	2,00	-	-	-
nº40	0,42	-	-	-
nº200	0,075	0 - 1	0 – 1	0 – 1

2.4.1.2 Taxas de Aplicação

Ligante Asfáltico	Agregado Pétreo	Faixa
0,8 l/m ² – 1,5 l/m ²	8,0 kg/m ² – 16,0kg/ m ²	1 e 2
1,2 l/m ² – 1,8 l/m ²	12,0 kg/m ² – 18,0kg/ m ²	3

2.4.2 Tratamento Superficial Asfáltico Duplo a Quente

2.4.2.1 Faixas Granulométricas

Peneira		Percentagem passando, em peso			
ASTM	mm	4		5	
		1ª cam.	2ª cam.	1ª cam.	2ª cam.
1	25,4	100	-	100	-
¾	19,1	85-100	-	95 - 100	-
½	12,7	0 – 25	100	20 – 40	100
3/8	9,52	0 – 5	85 - 100	0 – 10	95 – 100
¼	6,35	-	0 - 25	-	-
nº4	4,75	-	0 – 5	0 – 5	0 – 20
nº10	2,00	-	-	-	0 – 5
nº40	0,42	-	-	-	-
nº200	0,075	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1

2.4.2.2 Taxas de Aplicação

Camada	Ligante	Agregado
1a.	1,2 l/m ² a 1,8 l/ m ²	20 kg/m ² a 25 kg/ m ²
2a.	0,8 l/ m ² a 1,2 l/m	10 kg/ m ² a 12 kg/ m ²

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-12/16

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR
PENETRAÇÃO A QUENTE**

PÁG. 5/14

2.4.2.3 Pré envolvimento do agregado

O pré envolvimento do agregado com Cimento Asfáltico de Petróleo tem por objetivo diminuir a influência do material pulverulento, presente no agregado, e melhorar a característica de adesividade entre o agregado e o Cimento Asfáltico de Petróleo. Sua execução, obrigatória, deverá ser realizada em usina de Concreto Asfáltico Usinado a Quente, ou similar. A taxa do ligante deverá estar compreendida entre $(0,6 \pm 0,3) \%$, em peso, do agregado.

3. EQUIPAMENTOS

O equipamento deverá ser aquele capaz de executar os serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida e poderá compreender basicamente as seguintes unidades:

- Depósitos para materiais asfálticos, com capacidade de, no mínimo, 30 ton, capazes de aquecer o ligante nas temperaturas especificadas e de evitar superaquecimento localizado. Todas as tubulações e acessórios deverão ter diâmetro mínimo de 75 mm e devem ser dotados de isolamento térmico a fim de evitar perdas de calor. A bomba de recalque deverá ter potência mínima de 15 HP. Devem possuir agitadores e sistema de recirculação mecânicos, de forma a garantir a circulação e homogeneidade, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador durante todo o período de operação;
- Depósitos de agregados localizadas em locais secos e ao abrigo de chuva, poeira ou qualquer tipo de material particulado originário do tráfego de vias próximas. Os agregados deverão ser estocados de forma a se evitar a mistura entre eles e de quaisquer contaminações;
- Usina para misturas asfálticas à quente próxima à obra, para o pré-envolvimento, do agregado.
- Peneiras classificadoras móveis para a classificação dos agregados;
- Vassouras mecânicas rotativas e vassouras manuais;
- Compressor de ar;
- Carregadeira de pneus;
- Caminhões basculantes;
- Caminhão irrigador com bomba;
- Caminhão multi-funcional de espalhamento simultâneo, com as seguintes características mínimas:

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-12/16

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR
PENETRAÇÃO A QUENTE**

PÁG. 6/14

- ✓ Silos para agregados;
 - ✓ Depósitos para materiais asfálticos, a quente, com equipamento agitadores;
 - ✓ Sistema de aquecimento do ligante;
 - ✓ Barra espargidora aquecida que permita distribuir o ligante asfáltico em temperaturas superiores à 180°C; e
 - ✓ Distribuidores de agregados com regulagem de altura e inclinação.
-
- Vassouras de arrasto ou dispositivos similares, para a correção de possíveis falhas na distribuição dos agregados;
 - Rolo pneumático de pressão variável;
 - Rolo liso metálico tipo tandem; e
 - Ferramentas manuais e equipamentos acessórios.

Nota: Caso não haja disponibilidade do caminhão multi-funcional o espalhamento do ligante e dos agregados poderá ser substituído pelo uso dos seguintes equipamentos:

- Equipamento espargidor de material asfáltico, autopropelido, com sistema computadorizado de controle da taxa de aplicação, equipado com bomba reguladora de pressão e sistema de aquecimento na barra e na bomba, que permitam aplicar os ligantes em quantidades e temperaturas uniformes independentemente da velocidade de deslocamento. A barra espargidora deverá ser com circulação de óleo térmico.
- Distribuidor de agregados automotriz, sobre rodas, com tração nas quatro rodas, capaz de proporcionar distribuição homogênea dos agregados e nas quantidades especificadas no projeto.

4. EXECUÇÃO

- a) A execução de serviços de tratamentos superficiais por penetração a quente não será permitida em com tempo chuvoso, ou com o risco de chuva. A temperatura ambiente, determinada à sombra e longe de aquecimento artificial, deverá ser de, no mínimo, 10° C, e estar em ascensão.
- b) O início dos serviços somente será autorizado quando todos os equipamentos necessários a sua execução estiverem em condições de uso.
- c) Os agregados deverão ser limpos, atender a composição granulométrica estabelecida em projeto e aos itens 2.2 e 2.4 dessa especificação.
- d) A superfície que irá receber a camada de tratamento superficial deverá apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-12/16

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR
PENETRAÇÃO A QUENTE**

PÁG. 7/14

- e) A utilização de materiais asfálticos diferentes, em um mesmo tanque espargidor, só poderá ser feita depois do esgotamento e limpeza, do ligante utilizado, a fim de evitar misturas prejudiciais ao serviço.
- f) Os tratamentos superficiais asfálticos por penetração a quente não poderão ser executados sobre superfícies umidas.
- g) O esquema de espargimento adotado deverá proporcionar recobrimento triplo, em toda a largura da camada, em uma única passada. Especial atenção deverá ser conferida às regiões anexas ao eixo e bordos, de forma a conferir o devido recobrimento e evitar, nesses locais, a falta ou o excesso relativos ao ligante. Eventuais excessos ou falta de material deverão ser imediatamente corrigidos.
- h) A aplicação do Cimento Asfáltico de Petróleo deverá ser realizada na quantidade certa e de maneira o mais uniforme possível e na temperatura compatível com o seu tipo, conforme indicado no projeto da mistura, em função da relação temperatura – viscosidade:
 - Para cimento asfáltico, modificado por polímero, deverá ser determinada em função da relação temperatura – viscosidade Brookfield, definida pelo fabricante e determinada conforme NBR 15.184.
 - Para cimento asfáltico, modificado com borracha de pneus, deverá ser determinada, em função da relação temperatura – viscosidade Brookfield, conforme NBR 15.529, salvo orientação contrária e justificada pelo fabricante.

Nota: No caso da não utilização de caminhão multi-funcional é importante executar as etapas com a maior rapidez possível, para aproveitar a temperatura e viscosidade do ligante aquecido. A extensão do ligante aplicado deverá ficar condicionada à capacidade de cobertura, imediata, com agregado.

- i) Os agregados deverão atender a granulometria estabelecida no projeto;
- j) A operação de espalhamento dos agregados é feita, imediatamente depois do espargimento do material asfáltico, no caminhão multi-funcional. Caso se utilize outro equipamento distribuidor, esse deverá ser capaz de proporcionar distribuição homogênea e adequada. Permite-se, ainda, o uso de outros equipamentos de espalhamento, na execução de áreas onde o uso desse equipamento não for praticável, devendo esses permitirem a obtenção dos resultados especificados.
- k) Os agregados deverão ser uniformemente espalhados na taxa determinada, verificando a homogeneidade de espalhamento e promovendo-se a correção de falhas eventuais, tanto de falta quanto de excesso de material. Deverá ser evitada a aplicação em excesso já que sua correção é mais difícil do que a adição de material faltante.

ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-12/16

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR
PENETRAÇÃO A QUENTE**

PÁG. 8/14

- l) Pequenas correções de ligante e agregados poderão ser necessárias, caso sejam constatadas falhas, nas inspeções visuais efetuadas em cada aplicação.
- m) Na execução das juntas deverão ser obedecidas as seguintes indicações:
 - m.1. Não deverá haver coincidência entre as juntas transversais de duas camadas sucessivas, devendo-se prever uma defasagem de, pelo menos, dois metros entre elas.
 - m.2. Para evitar excesso de ligante na junta transversal, será colocada sobre a superfície da camada anterior uma faixa de papel adequado, com largura mínima de 0,80 metros.
 - m.3. Deverá ser evitada a coincidência das juntas longitudinais, para cada aplicação do ligante.
- n) O tráfego não será permitido quando da aplicação do material asfáltico ou dos agregados.
- o) No caso da não utilização do equipamento multi-funcional e ocorrer necessária paralização, súbita e imprevista, do equipamento distribuidor de agregados, o agregado poderá ser espalhado, manualmente, na superfície já coberta com material asfáltico, procedendo-se a compressão o mais rápido possível.
- p) A compressão da camada será executada no sentido longitudinal, iniciando no lado mais baixo da seção transversal e progredindo no sentido do lado mais alto. Em cada passada, o equipamento deverá recobrir, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente comprimida, com os cuidados necessários para evitar deslocamentos e esmagamentos do agregado e contaminações prejudiciais.
- q) De maneira a se obter uma adequada conformidade final do serviço, a compressão da camada, também, se dará com a utilização do rolo liso tipo tanden, desde que este não esteja promovendo a quebra ou esmagamento excessivo do agregado, em uma só passada com sobreposição.
- r) Depois da rolagem inicia-se a varrição, preferencialmente com vassoura mecânica, retirando o excesso de agregado que não está aderido ao ligante.
- s) Para tratamentos múltiplos, as operações de aplicação e compressão dos ligantes e agregados serão repetidas com as recomendações e cuidados já descritos.
- t) Depois de finalizado todo o processo de varrição, o trecho recém construído, será liberado ao tráfego por uma hora, com o controle da velocidade máxima em 60 km/h. Passado esse período o segmento será novamente fechado, ao tráfego, para a varrição final e liberação definitiva ao usuário.
- u) Anteriormente ao início dos serviços deverá ser executado um segmento experimental, objetivando avaliar o desempenho da camada, obedecidas as seguintes condições:

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-12/16

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR
PENETRAÇÃO A QUENTE**

PÁG. 9/14

- ✓ Deverá ter uma área de, no mínimo, 1500 m².
- ✓ Para o início da experimentação, deverão ser adotados os parâmetros estabelecidos no projeto de dosagem objetivando permitir uma perfeita execução dos serviços. Deverão ser verificados:
 - A calibragem do equipamento espargidor;
 - As taxas de aplicação dos agregados e ligantes;
 - O travamento da (s) camada(s);
 - A perda de agregados.

Notas:

- 1) Caso se comprove a aceitação dos serviços, através a verificação do atendimento das condições dessa especificação e do projeto de dosagem, deverá ser elaborado um “Relatório de Segmento Experimental”, com as indicações necessárias, a serem obedecidas, em toda a fase de execução dos serviços de “Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração a Quente.
- 2) Caso se comprove a não aceitação dos serviços por desempenho insatisfatório, resultante do mau travamento, cobertura asfáltica insuficiente, perda significativa de agregados, de uma ou mais camadas, quantidade de ligante asfáltico e aos limites especificados nos ensaios, a camada deverá ser removida e executado um novo segmento experimental.
- 3) No caso de não aceitação dos serviços por motivos, tais como: taxas de aplicação, granulometria e espessura deverão ser promovidos os ajustes necessários, através de nova calibração e/ou projeto de dosagem, não será necessária a remoção da camada. Nesse caso será executada uma nova camada sobre a pista experimental.

5. CONTROLE

5.1 Controle Tecnológico

5.1.1 Materiais

5.1.1.1 Materiais Asfálticos

5.1.1.1.1 Cimentos Asfálticos de Petróleo

Para recebimento e aceitação, os Cimentos Asfálticos de Petróleo deverão atender as IG.21, item "c" e IG.24.

5.1.1.2 Agregados

- a) Diariamente será feita uma inspeção à britagem e aos depósitos, de maneira a verificar se os agregados estão sendo produzidos de acordo com a IG 011, das **Instruções e Recomendações Gerais** e o estabelecido no **item 2.2** acima, secos, limpos e isentos de outras contaminações prejudiciais.

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-12/16

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR
PENETRAÇÃO A QUENTE**

PÁG. 10/14

- b) Anteriormente ao início da primeira execução, na obra, dos serviços, ou no caso de se constatar alteração mineralógica (visual) na bancada da pedreira em exploração, ou ocorrer mudança da fonte de agregados, deverão ser executados os seguintes ensaios:
- Abrasão "Los Angeles" (**MÉTODO DNER-ME 35/98**);
 - Adesividade (**MÉTODO DNER-ME 78/94**);
 - Equivalente de Areia (**MÉTODO DNER-ME 54/97**).
- c) Dois ensaios de granulometria, (**MÉTODO DNER-ME 83/98**), para cada tipo de agregado, por via lavada, com materiais coletados na correia transportadora, para constatação da regularidade da britagem, em cada semana de operação.
- d) Um ensaio de granulometria por via lavada (**MÉTODO DNER-ME 83/98**), no mínimo, para cada tipo de agregado, por dia de trabalho. Anteriormente a execução do "Pre envolvimento do Agregado com Cimento Asfáltico de Petróleo". A granulometria deverá estar dentro da faixa de trabalho definida em projeto, com as tolerâncias estabelecidas na tabela abaixo:

Peneira		Tolerâncias das faixas de projeto
ASTM	mm	
¾	19,1	7%
½	12,7	5%
3/8	9,52	5%
Nº4	4,75	3%
Nº10	2,00	3%
Nº200	0,075	0%

- e) Um ensaio de lamelaridade (porcentagem de partículas defeituosas), no mínimo, para cada tipo de agregado, por dia de trabalho.

Notas:

- 1) No caso de não atendimento ao item "a" e/ou "b", os trabalhos serão suspensos e, uma nova fonte de agregados deverá ser adotada, desde que atenda ao especificado em 2.2.
- 2) No caso de não atendimento ao estabelecido em "c" e/ou "d" e/ou "e", os trabalhos serão suspensos e tomadas as providências necessárias para regularização da britagem e atendimento ao item 2.4.

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-12/16

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR
PENETRAÇÃO A QUENTE**

PÁG. 11/14

5.1.2 Execução

5.1.2.1 Do Equipamento

- a) Possuir certificado de calibração, com validade de até 30 dias anteriores ao início dos serviços, do equipamento espargidor de ligantes, fornecido por órgão rodoviário federal ou estadual ou do fabricante do equipamento.
- b) Diariamente, antes da execução dos serviços, na pista, deverá ocorrer a verificação de conformidade do(s) equipamento(s) distribuidor (es) de materiais. Observando-se:
 - O perfeito funcionamento da barra e dos bicos espargidores;
 - O perfeito funcionamento da caixa distribuidora de agregados.

Esta verificação deverá ser feita na área dos depósitos devendo ser executada sobre lonas impermeáveis. Caso se utilize o caminhão multi-funcional, para a verificação individual dos materiais, se procederá da seguinte forma:

- Para a verificação da barra e dos bicos espargidores, a distribuição de agregados será bloqueada; e
- Para a verificação da caixa distribuidora a distribuição do ligante será bloqueada.

Notas:

- 1) Caso não atenda ao previsto em “a” o equipamento não será aceito e deverá ser substituído por outro que atenda ao especificado.
- 2) Em caso de não atendimento ao previsto em “b” o (s) equipamento (s) deverá (ão) ser ajustado (s) e novas verificações deverão ser efetuadas até que se obtenha as condições adequadas de execução.

5.1.2.2 Da aplicação do Agregado e Ligante

- a) Diariamente, antes da execução dos serviços, na pista, deverão ser verificados:
 - A taxa de aplicação do ligante; e
 - A taxa de aplicação dos agregados.

Esta verificação se procederá em local próximo, que não seja parte da pista em execução e com extensão não inferior a 5,0 m. Caso se utilize o caminhão multi-funcional, para a verificação individual dessas taxas dos materiais, se procederá da seguinte forma:

- Para a verificação da taxa de aplicação do ligante a distribuição de agregados será bloqueada; e

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-12/16

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR
PENETRAÇÃO A QUENTE**

PÁG. 12/14

- Para a verificação da taxa dos agregados a distribuição do ligante será bloqueada.
- c) Uma determinação da taxa de agregado, no mínimo em cada camada, para cada faixa de espalhamento e para cada 1.000 m, no máximo. Este controle é feito colocando-se na pista recipientes de peso e áreas conhecidos. Por simples pesadas, antes e após a passagem do distribuidor de agregados, ter-se-á a quantidade de agregados realmente espalhados.

Os serviços serão aceitos se o valor da taxa de aplicação obtido através das *fórmulas (3) e (4)* do **Anexo I**, para controle bilateral dos agregados, situar-se no intervalo de $\pm 10\%$, em relação à taxa de dosagem.

- d) Uma verificação da temperatura do ligante, imediatamente antes da aplicação.
- e) Um ensaio para o controle da taxa de aplicação de ligante, pelo método da bandeja, a cada 1000 m, na faixa de aplicação. Deve-se alterar a posição da bandeja, entre o eixo longitudinal do caminhão e os seus lados direito e esquerdo, objetivando a verificação da homogeneidade da vazão dos bicos e da taxa de aplicação.

A taxa de Cimento Asfáltico de Petróleo será determinada por simples pesadas, antes e depois da passagem do equipamentos espargidor, ter-se-á a taxa de ligante efetivamente espalhada.

Os serviços serão aceitos se o valor da taxa de aplicação do ligante asfáltico obtido através das *fórmulas (3) e (4)* do **Anexo I**, para controle bilateral, situar-se no intervalo de $\pm 15\%$ em relação à taxa de dosagem.

- f) No caso de utilização de caminhão multi-funcional, que aplica simultaneamente o ligante e o agregado, deverá ser coletada uma amostra, através do método da bandeja, no centro da pista, a cada 1000m, em cada camada, para determinação da taxa de aplicação do agregado, para verificação da granulometria (**MÉTODO DNER-ME 83/98**) e da taxa do ligante com os materiais resultantes das extrações efetuadas, preferencialmente, com o **ensaio de extração por refluxo (“Soxhlet”)** em substituição do ensaio por centrifugação (**Método DNER – ME 53/94**). Os serviços serão aceitos se a taxas de aplicação e a granulometria, dos agregados, estiverem dentro da faixa de trabalho definida em projeto, com as tolerâncias, dessa última, estabelecidas na tabela do item “**5.1.1.2.d**”. A taxa de aplicação do ligante asfáltico obtido através das *fórmulas (3) e (4)* do **Anexo I**, para controle bilateral, deverá situar-se no intervalo de $\pm 15\%$ em relação à taxa de dosagem.

Notas:

- 1) No caso de utilização de caminhão multi-funcional os ensaios previstos em “c” e “e” não serão realizados e os valores a adotar, para o ligante asfáltico, serão os determinados em

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-12/16

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR
PENETRAÇÃO A QUENTE**

PÁG. 13/14

“f”.

- 2) Em caso de não atendimento aos itens "c" e/ou "e" ou “f”, a Fiscalização determinará a conclusão da camada e a execução sobre a mesma, com ônus exclusivo da Construtora, de uma camada de Tratamento Superficial Simples com taxa de ligante compreendida:
- Entre 120% e 150% do projeto, quando a variação da taxa de ligante asfáltico for superior ao limite mínimo ou a variação da taxa de agregado for superior ao limite máximo;
 - Entre 50% e 80% do projeto, quando a variação da taxa de ligante asfáltico for superior ao limite máximo ou a variação da taxa de agregado for superior ao limite mínimo.

5.2 Controle Geométrico

5.2.1 Largura

Não serão admitidos valores inferiores aos previstos em projeto. Em caso de não atendimento, a solução a adotar será a execução de uma nova camada, na largura prevista, com ônus exclusivo da Construtora.

5.2.2 Acabamento

- a) O acabamento da superfície será apreciado visualmente, a critério da Fiscalização, pela observação das condições de desempenamento da camada, da qualidade das juntas executadas, que deverá ser julgado satisfatório e inexistência de marcas decorrentes da má distribuição e/ou compressão inadequada.
- b) Deverá ser medido o IRI – Índice de Irregularidade Internacional, quando o Tratamento Superficial Asfáltico por Penetração for usado como camada de rolamento, anteriormente a liberação da camada ao tráfego, em cada faixa de tráfego, com determinações na posição correspondente as futuras trilhas de roda. O IRI deverá ser determinado para cada segmento, com no mínimo 320 m de extensão. O serviço será aceito caso o Valor do IRI for inferior a 2,5 em obras de pavimentação.

Nota:

- 1) Em caso de não atendimento aos itens “a” ou “b” os serviços deverão ser refeitos, com onus exclusivo da Construtora.
- 2) Não se aplica quando o Tratamento Superficial Asfáltico por Penetração for utilizado em obras de restauração ou como CIAT - Camada Intermediária de Asborção de Tensões.

ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA OBRAS RODOVIÁRIAS

PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

DEINFRA-SC-ES-P-12/16

**TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR
PENETRAÇÃO A QUENTE**

PÁG. 14/14

5.2.3 Condições de Segurança

As condições de segurança serão determinadas pela macro textura do revestimento, através o ensaio de mancha de areia, ASTM E 1845, a cada 100m, em cada faixa de rolamento, na posição correspondente as futuras trilhas de roda. A altura de mancha de areia deve estar compreendida no intervalo entre 0,7 mm e 1,2 mm. Caso se situe fora desse intervalo, o serviço deverá refeito com ônus exclusivo da Construtora.

6. MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços de **Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração à Quente** serão medidos e pagos de acordo com os "**PROCEDIMENTOS PARA MEDIÇÃO E PAGAMENTO DE OBRAS RODOVIÁRIAS**".