

CÓDIGO

**GOINFRA ES-PAV 009/2019** 

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente AGO/2019

1 de 19

TÍTULO

# PAVIMENTAÇÃO - TRATAMENTO SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR PENETRAÇÃO - À QUENTE

PALAVRAS-CHAVE

Pavimentação. Especificação de Serviços. Tratamento Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente; Tratamento com Asfalto Borracha; Tratamento com Polímero.

DIRETORIA INTERESSADA

Diretoria de Obras Rodoviárias

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Agência Goiana de Transportes e Obras. **AGETOP – ES-P10/01.** Pavimentação - Especificação de Serviço – Tratamento Superficial Duplo.

Departamento de Infraestrutura do estado de Santa Catarina. **DEINFRA-SC. ES-P12/16**. Pavimentação: Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – À Quente.

SERVIÇOS RELACIONADOS

Tratamentos Superficiais Simples; Tratamentos Superficiais Duplos; Tratamento Superficiais com Polímero; Tratamento Superficiais com Borracha.



# CÓDIGO GOINFRA ES-PAV 009/2019

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração - à Quente

AGO/2019

FOLHA 2 de 19

# **SUMÁRIO**

1 – DEFINIÇÃO	3
2 – REFERÊNCIAS NORMATIVAS	3
3 – MATERIAIS	6
3.1 – Materiais Asfálticos	6
3.2 – Agregados	6
3.3 – Melhorador de Adesividade	7
3.4 - Composição (dosagem - "mosaico")	7
4 – EQUIPAMENTOS	10
5 – EXECUÇÃO	11
6 – CONTROLE	14
6.1 – Controle dos Insumos	14
6.2 – Controle da Execução	16
6.3 – Verificação do Produto	18
6.4 – Plano de Amostragem e Condições de Aceitação	18
7 – MANEJO AMBIENTAL	19
8 – MEDIÇÃO E PAGAMENTO	19



Asfálticos por Penetração - à Quente

CÓDIGO
GOINFRA ES-PAV 009/2019

Pavimentação – Tratamentos Superficiais

AGO/2019

3 de 19

# 1 – DEFINIÇÃO

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-o à estrutura do pavimento.

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.

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

### 2 - REFERENCIAS NORMATIVAS

Para aplicação desta Especificação de Serviço são indispensáveis os seguintes documentos:

- a) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. NORMA DNIT 147/2012 ES.
   Pavimentação asfáltica Tratamento Superficial Duplo. Especificação de serviço. 10 páginas.
- b) Departamento de Infraestrutura do estado de Santa Catarina. DEINFRA SC- ES 012/2016.
   Pavimentação Tratamento Superficiais Asfálticos por Penetração à quente. Especificação de Serviços Rodoviários. 14 páginas.



COINED A EC DA

**GOINFRA ES-PAV 009/2019** 

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente AGO/2019

4 de 19

- c) Agência Goiana de Transportes e Obras. **Informações e Recomendações Gerais para Obras Rodoviárias (IG 001/2019)**. Especificações de Serviços Rodoviários. 06 páginas.
- d) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 089/1994**. Agregados Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato. Método de Ensaio. 06 páginas.
- e) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 035/1998**. Agregados determinação da abrasão "Los Angeles". Método de Ensaio. 10 páginas.
- f) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 086/1997**. Agregados determinação do índice de forma. Método de Ensaio. 05 páginas.
- g) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 078/1994**. Agregados graúdo adesividade a ligante betuminoso. Método de Ensaio. 03 páginas.
- h) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 054/1997**. Equivalente de areia. Método de Ensaio. 10 páginas.
- i) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. NORMA DNIT 146/2012 ES.
   Pavimentação asfáltica Tratamento Superficial Simples. Especificação de serviço. 09 páginas.
- j) Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15184/2004.** Materiais betuminosos Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional. 04 páginas.
- k) Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15529/2007. Asfalto borracha Propriedades reológicas de materiais não newtonianos por viscosímetro rotacional. 05 páginas.
- I) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. NORMA DNIT 155/2010 ME. Material asfáltica Determinação da penetração. Método de Ensaio. 07 páginas.
- m) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 004/1994**. Material betuminoso determinação da viscosidade Saybolt-furol a alta temperatura método da película delgada. Método de Ensaio. 02 páginas.
- n) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 148/1994**. Material betuminoso determinação dos pontos de fulgor e de combustão. Método de Ensaio. 02 páginas.



CÓDIGO
GOINFRA ES-PAV 009/2019

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente MISSÃO AGO/2019

<sup>на</sup> 5 de 19

- o) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **NORMA DNIT 131/2010 ME.** Material betuminoso determinação do pontos de amolecimento Método do Anel e Bola. Método de Ensaio. 06 páginas.
- p) Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 6568/2005. Emulsões asfálticas Determinação do resíduo de destilação. 05 páginas.
- q) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 005/1994**. Emulsão asfáltica determinação da peneiração. Método de Ensaio. 02 páginas.
- r) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **NORMA DNIT 157/2011 ME**. Emulsões asfálticas catiônicas determinação da desemulsibilidade. Método de Ensaio. 04 páginas.
- s) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **NORMA DNIT 156/2011 ME**. Pavimentação asfáltica Lama asfáltica. Método de Ensaio. 07 páginas.
- t) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-ME 083/1998**. Agregados análise granulométrica. Método de Ensaio. 05 páginas.
- u) Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 14329/1999.** Cimento asfáltico de petróleo Determinação expedita da resistência à água (adesividade) sobre agregados graúdos. 03 páginas.
- v) Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **NORMA DNER-PRO 277/1997**. Metodologia para controle estatístico de obras e serviços. Procedimento. 07 páginas.
- w) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. NORMA DNIT 011/2004 PRO.
   Gestão da qualidade em obras rodoviárias. Procedimento. 15 páginas.
- x) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **NORMA DNIT 129/2011 EM**. Cimento asfáltico de petróleo modificado por polímero elastomérico. 04 páginas.
- y) Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **NORMA DNIT 111/2011 EM**. Cimento asfáltico de petróleo modificado por borracha de pneus inservíveis pelo processo via úmida, do tipo "Terminal Blending". 06 páginas.



CÓDIGO

**GOINFRA ES-PAV 009/2019** 

Pavimentação - Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração - à Quente

AGO/2019

6 de 19

### 3 - MATERIAIS

#### 3.1 **Materiais Asfálticos**

#### 3.1.1 Para a execução dos serviços, podem ser utilizados os seguintes materiais:

- Cimento Asfáltico de Petróleo Modificados por Polímeros Elastoméricos;
- Cimento Asfáltico de Petróleo Modificados por Borracha Moída de Pneu Industrializado;

Nota: O CAP modificado com borracha deverá atender, ainda, ao seguinte:

- A borracha deverá ser incorporada ao ligante por via úmida;
- Não será permitida, em nenhuma hipótese, a industrialização na obra ou durante o trajeto distribuidora - obra, no caminhão;
- A Viscosidade Brookfield (175° C, 20 rpm, spindle 3) deverá se situar entre 1400 e 1600 Cp.
- As condições e o tempo máximo de armazenamento serão definidos pelo fabricante; e
- Cada carregamento deve vir acompanhado de "Certificado de Qualidade" atestado pelo fabricante.

#### Para o "pré-envolvimento": 3.1.2

Cimento Asfáltico de Petróleo.

#### 3.2 **Agregados**

Os agregados a serem utilizados, obtidos de acordo com o estabelecido pela na norma, Informações e Recomendações Gerais para Obras Rodoviárias (GOINFRA IG 001/2019), deverão ser constituídos de rocha sã ou seixo rolado, britados, sendo 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 40% no ensaio de desgaste ou Abrasão "Los Angeles" (MÉTODO DNER-ME 35/98);



CÓDIGO
GOINFRA ES-PAV 009/2019

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente AGO/2019

7 de 19

- Quando o agregado for obtido por britagem de seixos rolados, ao menos 95% dos fragmentos retidos na peneira nº 4, em peso, deverão 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;
- Os agregados devem ser secos e, caso necessário, devem passar por processo de secagem em usinas.

### 3.3 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.

### 3.4 Composição (dosagem - "mosaico")

A composição dos Tratamentos Asfálticos Superficiais, deverá ser efetuada em laboratório, anteriormente ao início dos serviços de revestimento em campo, por meio do "projeto do mosaico". Devendo atender as seguintes condições quanto à 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 deverá ser maior ou igual a 0,65.



CÓDIGO
GOINFRA ES-PAV 009/2019

EMISSÃO FOLHA

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente AGO/2019 8 de 19

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

### 3.4.1 Tratamento Superficial Asfáltico Simples a Quente

Tabela 3.4.1.1 - Faixas Granulométricas

Pen	Peneira Percenta		Percentagem passando, em peso		Tolerância
ASTM	ASTM mm		Faixas		da faixa (%)
7.0111	111111	1	2	3	
1	25,4	-	-	-	-
3/4	19,1	-	-	100	± 7
1/2	12,7	100	100	0 - 25	± 7
3/8	9,52	0 - 20	85 - 100	0 - 5	± 7
1/4	6,35	0 - 5	0 - 25	-	± 7
Nº 4	4,75	-	0 - 5	-	± 5
N° 10	2,00	-	-	-	± 5
N° 40	0,42	-	-	-	± 5
N° 200	0,075	0 - 1	0 - 1	0 - 1	± 2

Tabela 3.4.1.2 - Taxas de Aplicação

Ligante Asfáltico	Agregado Pétreo
0,8 l/m² - 1,3 l/m²	8,0 kg/m² - 12,0 kg/m²



CÓDIGO
GOINFRA ES-PAV 009/2019

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente AGO/2019

ຶ 9 de 19

### 3.4.2 Tratamento Superficial Asfáltico Duplo a Quente

Tabela 3.4.2.1 - Faixas Granulométricas

Pe	eneiras	% passando, em peso			
Malha mm		1ª camada 2ª camada		Tolerância da faixa (%)	
Walifa	"""	Α	В	С	
1"	25,4	100	-	-	±7
3/4"	19,0	90 - 100	-	-	±7
1/2"	12,7	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	0,074	0 - 2	0 - 2	0 - 2	±2

Tabela 3.4.2.2 - Taxas de Aplicação

Camada	Ligante	Agregado
1 a.	1,0 l/m² a 1,5 l/m²	18 kg/m² a 22 kg/m²
2 a.	0,8 l/m² a 1,3 l/m²	8 kg/m² a 12 kg/m²

### 3.4.3 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. A execução deste procedimento é obrigatória para Tratamento Superficiais Asfálticos à Quente com Cimentos Asfálticos de Petróleo com borrachas de pneus e opcional para os demais casos, devendo ser realizado 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.



CÓDIGO
GOINFRA ES-PAV 009/2019

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente AGO/2019

10 de 19

### 4 - EQUIPAMENTOS

Qualquer equipamento pode ser rejeitado pela fiscalização a qualquer momento, caso não esteja em condições de operação.

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

- Depósito para material asfáltico com capacidade de, no mínimo, 30 ton., capaz 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 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 localizados em locais secos e protegidos de chuva, poeira ou qualquer tipo de material particulado originário do tráfego de vias próximas. Os agregados deverão ser estocados de forma a evitar a mistura entre eles e quaisquer contaminações;
- Usina para misturas asfálticas à quente próxima à obra, para o pré-envolvimento, do agregado;
- Peneiras móveis e espargidores de água, para a lavagem dos agregados;
- Vassouras mecânicas rotativas e vassouras manuais:
- Compressor de ar;
- Carregadeira de pneus;
- Caminhões basculantes;
- Caminhão irrigador com bomba;
- Caminhão multifuncional de espalhamento simultâneo, quando especificado em projeto e orçamento, com as seguintes características mínimas:
  - a) Silos para agregados;



CÓDIGO
GOINFRA ES-PAV 009/2019

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente AGO/2019

11 de 19

- b) Depósitos para materiais asfálticos, a quente, com equipamento agitadores;
- c) Sistema de aquecimento do ligante;
- d) Barra espargidora aquecida que permita distribuir o ligante asfáltico em temperaturas superiores à 180°C; e
- e) Distribuidores de agregados com regulagem de altura e inclinação.

Nota: Quando não previsto em projeto e orçamento, a utilização do caminhão multifuncional, o espalhamento do ligante e dos agregados poderá ser substituído, exceto quando confeccionado com o Cimento Asfáltico de Petróleo com Borracha, 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.
- 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.

# 5 – EXECUÇÃO

No início dos trabalhos de capa, deverá ser executado um segmento experimental, primeiro pano, objetivando avaliar o desempenho da camada, obedecidas as seguintes condições:

a) Deverá ter uma área de, no mínimo, 1500 m²;



CÓDIGO
GOINFRA ES-PAV 009/2019

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente AGO/2019

12 de 19

- b) Para o início da experimentação, deverão ser adotados os parâmetros estabelecidos no "mosaico", objetivando permitir uma perfeita execução dos serviços;
- c) Deverão ser verificados a calibragem do equipamento espargidor, as taxas de aplicação dos agregados e ligantes, o travamento da (s) camada(s); o número de passadas dos equipamentos de compactação; a perda de agregados.

### Nota:

No caso de não aceitação dos serviços por motivos, tais como: taxas de aplicação, granulometria ou falhas em equipamentos, deverão ser promovidos os ajustes necessários, por meio de nova calibração e/ou "projeto de dosagem-mosaico", sendo necessária a remoção da camada. Nesse caso será executada uma nova camada, às expensas da contratada, sobre a pista experimental (primeiro pano).

- A execução de serviços de tratamentos superficiais por penetração a quente não será permitida em 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.
- O início dos serviços somente será autorizado quando todos os equipamentos necessários a sua execução estiverem em condições de uso.
- Os agregados deverão ser limpos, atender a composição granulométrica estabelecida em projeto e aos itens 3.2 e 3.4 dessa especificação.
- A superfície que irá receber a camada de tratamento superficial deverá apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- É **proibida** a utilização de um mesmo equipamento espargidor, na aplicação de diferentes materiais asfálticos, a fim de evitar misturas prejudiciais ao serviço.
- Os tratamentos superficiais asfálticos por penetração a quente não poderão ser executados sobre superfícies úmidas.
- 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.



CÓDIGO
GOINFRA ES-PAV 009/2019

ais AGO/2019

13 de 19

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente

- 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 de mosaico", em função da relação temperatura – viscosidade:
  - a) Para cimento asfáltico modificado por polímero, deverá ser determinada em função da relação temperatura – viscosidade Brookfield, definida pelo fabricante e determinada conforme NBR 15.184/2004 (Materiais betuminosos - Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional)
  - b) Para cimento asfáltico modificado com borracha de pneus, deverá ser determinada, em função da relação temperatura – viscosidade Brookfield, conforme NBR 15.529/2007 (Asfalto borracha -Propriedades reológicas de materiais não newtonianos por viscosímetro rotacional) , salvo orientação contrária e justificada pelo fabricante.

Nota: No caso da não utilização de caminhão multifuncional 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.

- A operação de espalhamento dos agregados é feita imediatamente depois do espargimento do
  material asfáltico, no caminhão multifuncional. 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.
- Os agregados deverão ser uniformemente espalhados na taxa determinada no "mosaico", 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.
- Pequenas correções de ligante e agregados poderão ser necessárias, caso sejam constatadas falhas nas inspeções visuais efetuadas em cada aplicação.
- Na execução das juntas deverão ser obedecidas as seguintes indicações:
  - a) Não deverá haver coincidência entre as juntas transversais de duas camadas sucessivas, devendo-se prever uma defasagem de, pelo menos, dois metros entre elas.



CÓDIGO
GOINFRA ES-PAV 009/2019

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente AGO/2019

14 de 19

- b) 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.
- c) Deverá ser evitada a coincidência das juntas longitudinais, para cada aplicação do ligante.
- O tráfego não será permitido quando da execução da camada: aplicação do material asfáltico ou dos agregados.
- No caso da não utilização do equipamento multifuncional e quando ocorrer necessária paralisação, 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.
- 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.
- Para o caso de asfalto com borracha, a compressão primordial será efetuada através do
  equipamento rolo pneumático, sendo que, a finalização do processo será condicionado ao
  momento em que os agregados deixem de aderir aos pneus do rolo, durante o processo de
  compactação, encerrando também o processo de expurgo do agregado.
- 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.
- Para tratamentos múltiplos, as operações de aplicação e compressão dos ligantes e agregados serão repetidas com as recomendações e cuidados já descritos.

### 6 - CONTROLE

### 6.1 Controle dos insumos

Os materiais utilizados na execução do Tratamento Superficial Duplo devem ser rotineiramente examinados, de acordo com as metodologias indicadas, e aceitos em conformidade com as normas em vigor.



CÓDIGO
GOINFRA ES-PAV 009/2019

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente AGO/2019

15 de 19

### 6.1.1 Ligante asfáltico

a) Cimentos Asfáltico de Petróleo Modificados por Polímeros Elastoméricos;

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

- 01 ensaio de penetração a 25 °C (DNIT 155/2011-ME);
- 01 ensaio de determinação da recuperação elástica de materiais asfálticos pelo ductilômetro, a 25°C, 20cm, min. (DNIT 130/2010-ME)
- 01 ensaio de viscosidade "Brookfiel" (NBR 15.184/2004);
- 01 ensaio de ponto de fulgor (DNER-ME 148/94);
- 01 ensaio de espuma;
- 01 ensaio de ponto de amolecimento (DNIT-131/2010-ME);
- 01 ensaio de estabilidade ao armazenamento (DNER-ME 384/99).
- b) Cimento Asfáltico de Petróleo com Borrachas

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

- 01 ensaio de penetração a 25 °C (DNIT 155/2011-ME);
- 01 ensaio de determinação da recuperação elástica de materiais asfálticos pelo ductilômetro (25º C,10 cm),min.(NBR 15086)
- 01 ensaio de viscosidade a 175 °C "Brookfiel" (NBR 15.529/2007);
- 01 ensaio de ponto de fulgor (DNER-ME 148/94);
- 01 ensaio de espuma;
- 01 ensaio de ponto de amolecimento (DNIT-131/2010-ME);
- 01 ensaio de estabilidade ao armazenamento (DNER-ME 384/99).

### 6.1.2 Agregado

Realizar os seguintes ensaios:

- análises granulométricas para cada jornada de trabalho (DNER-ME 083/98), com amostras coletadas de maneira aleatória;
- ensaio de índice de forma, para cada 900 m³ (DNER-ME 086/94);



GOINFRA ES-PAV 009/2019

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente AGO/2019

16 de 19

- ensaio de adesividade, sempre que houver variação da natureza do material (DNERME 078/94);
- Determinação da massa unitária do agregado em estado solto (DNER-ME 152/95), para cada agregado utilizado no serviço. Um ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação de fonte ou granulometria do material. Os valores obtidos serão utilizados no cálculo do transporte de agregados e demais conversões necessárias de peso / volume.

#### 6.1.3 Melhorador de Adesividade

Realizar o seguinte ensaio nos cimentos asfálticos que não apresentarem boa adesividade:

 01 ensaio de adesividade, toda vez que o aditivo for incorporado ao ligante asfáltico (MÉTODO DNER-ME 78/94).

### 6.2 Controle da execução

O controle da execução do Tratamento Superficial deve ser exercido mediante as determinações a seguir indicadas, feitas de maneira aleatória e de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 6.4).

### 6.2.1 Dos Equipamentos

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

Esta verificação deverá ser feita na área dos depósitos, ou adjacente à pista de rolamento.

- Caso se utilize o caminhão multifuncional, a verificação se procederá da seguinte forma:
  - a) Para a verificação da barra e dos bicos espargidores, a distribuição de agregados será bloqueada;
  - b) Para a verificação da caixa distribuidora, a distribuição do ligante será bloqueada.



GOINFRA ES-PAV 009/2019

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente AGO/2019

17 de 19

#### 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.

### 6.2.2 Temperatura

A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser medida:

- a) Quando utilizado o caminhão multifuncional:
  - No caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação.
- b) Quando não utilizado o caminhão multifuncional:
  - No espargidor imediatamente antes da aplicação do banho;
  - No banho aplicado, imediatamente antes do espalhamento do agregado

Nota: A temperatura deve satisfazer ao intervalo definido pela relação viscosidade x temperatura.

### 6.2.3 Taxas de aplicação e de espalhamento

### a) Ligante asfáltico

O controle da quantidade de cimento asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de massa (P1) e área (A) conhecidas, na pista onde está sendo aplicado.

O cimento asfáltico é coletado na bandeja na passagem do carro distribuidor. Com a pesagem de bandeja com o cimento asfáltico coletado (P2) se obtém a taxa de aplicação (T) da seguinte forma:

$$T = \frac{P_2 - P_1}{A}$$

A tolerância admitida na taxa de aplicação é de ± 0,2 l/m2.



CÓDIGO

**GOINFRA ES-PAV 009/2019** 

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente AGO/2019

... 18 de 19

### b) Agregados

O controle da quantidade de agregados espalhados longitudinal e transversalmente deve ser feito mediante a colocação de bandejas, de massa e área conhecidas na pista onde estiver sendo feito o espalhamento. Por intermédio de pesagens, após a passagem do dispositivo espalhador, tem-se a quantidade de agregado espalhada. A tolerância admitida na taxa de aplicação é de ± 1,5 kg/m2.

#### Nota:

Para cada aproximadamente 500m² de camada executada serão feitas: uma determinação da taxa de ligante e uma determinação da taxa de agregado, devendo a frequência estar compatibilizada com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 6.4).

### 6.3 Verificação do produto

A verificação final da qualidade do Tratamento Superficial Duplo (Produto) deve ser exercida mediante as determinações descritas a seguir, executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 6.4).

### 6.3.1 Acabamento da superfície

Para obras de reabilitação, será verificada a condição visual da superfície, não sendo permitida a existência de depressões ou desníveis acentuados, "falhas de bico", excesso ou falta de materiais. Já nas obras de pavimentação, além da verificação visual, será efetuada a verificação do IRI especificado em projeto.

### 6.3.2 Alinhamentos

A verificação do eixo e das bordas nas diversas seções correspondentes às estacas de locação é feita à trena. Os desvios verificados não devem exceder ± 5 cm.

### 6.4 Plano de Amostragem e Condições de Aceitação

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico dos insumos, da execução e do produto devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem, aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97.

O tamanho das amostras deve ser documentado e informado previamente à Fiscalização.



CÓDIGO
GOINFRA ES-PAV 009/2019

Pavimentação – Tratamentos Superficiais Asfálticos por Penetração – à Quente AGO/2019

<sub>на</sub> 19 de 19

Todos os ensaios de controle e determinações relativos à execução e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado, devem cumprir às Especificações desta Norma, e estar de acordo com os seguintes critérios:

Quando especificado valor ou limite mínimo e/ou máximo a ser(em) atingido(s), devem ser verificadas as seguintes condições:

a) Condições de conformidade:

 $\overline{x}$  - ks  $\geq$  valor mínimo especificado;

 $\bar{x}$  + ks  $\leq$  valor máximo especificado.

$$\overline{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

b) Condições de não conformidade:

 $\overline{x}$  - ks < valor mínimo especificado;

 $\bar{x}$  + ks > valor máximo especificado.

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

Onde:

xi => 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 (tamanho da amostra).

Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento. Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta Norma. Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido. Qualquer serviço corrigido só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta Norma; caso contrário deve ser rejeitado.

### 7 – MANEJO AMBIENTAL

Cumprir as exigências tecnológicas complementais da licença técnica ambiental.

# 8 – 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".