

# TRATAMENTOS SUPERFICIAIS: SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

Especificação Particular

**C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO**

**Fevereiro de 2021**



**DESIGNAÇÃO - ARTERIS ES – 150 Rev.00**

## Especificação Particular para Execução de

# Tratamentos Superficiais Simples, Duplo e Triplo



## Designação ARTERIS ES 150 - Rev. 0 (fevereiro/2021)

---

### 1. RESUMO

Este documento define a sistemática a ser empregada na execução de Tratamentos Superficiais Asfálticos à Frio e à Quente, com emulsões convencionais ou modificadas por polímeros, ou com Cimentos Asfálticos de Petróleo modificados por polímeros ou por borracha de pneus. São indicados como revestimentos da pista de rolamento e/ou acostamentos, em pavimentos novos ou em recapeamentos, ou como SAM – Stress-Absorbing Membrane (Camada Intermediária de Absorção de Tensões), em obras de restauração de pavimentos. São definidos os requisitos técnicos concernentes a materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços.

---

### 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta norma e contêm disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta norma. As edições apresentadas são as que estavam em vigor na data desta publicação, recomendando-se que sempre sejam consideradas as edições mais recentes, quando da consulta desta norma.

- DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA DE SANTA CATARINA. DEINFRA-SC-ES-P-12-16: TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR PENETRAÇÃO A QUENTE. Florianópolis: DEINFRA-SC, 2016.
- DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA DE SANTA CATARINA. DEINFRA-SC-ES-P-08-16: TRATAMENTOS SUPERFICIAIS ASFÁLTICOS POR PENETRAÇÃO A FRIO. Florianópolis: DEINFRA-SC, 2016.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 146/2012 - ES: Pavimentação Asfáltica - Tratamento Superficial Simples. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR, 2012.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 147/2012 - ES: Pavimentação Asfáltica - Tratamento Superficial Duplo. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR, 2012

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 148/2012 - ES: Pavimentação Asfáltica - Tratamento Superficial Triplo. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR, 2012
- DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. ET-DE-P00/021: TRATAMENTOS SUPERFICIAIS. São Paulo: DER-SP, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12583. Agregado graúdo – verificação da adesividade ao ligante betuminoso. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12584. Agregado miúdo – verificação da adesividade ao ligante betuminoso. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12052. Solo ou agregado miúdo - determinação do equivalente de areia - método de ensaio. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16504. Determinação da profundidade média da macrotextura superficial de pavimentos asfálticos por volumetria - método da mancha de areia. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NM 51:2000. Agregado graúdo – Ensaio de abrasão “Los Angeles”. Rio de Janeiro, 2001.
- ARTERIS D-4791. Partículas chatas, alongadas ou chatas e alongadas no agregado graúdo.
- ARTERIS T-104. Sanidade dos agregados pelo uso do sulfato de sódio ou magnésio.
- ARTERIS T-330. Detecção qualitativa de argilas prejudiciais do grupo esmectita em agregados utilizando azul de metileno.
- ARTERIS T 27. Análise granulométrica de agregados finos e graúdos.
- ARTERIS T-308. Determinação da quantidade de ligante asfáltico em misturas asfálticas a quente (MAQ) pelo método da combustão.
- ARTERIS EM 200. Fornecimento de ligantes asfálticos para serviços de pavimentação

---

### 3. DEFINIÇÃO

Para o efeito desta Norma, devem ser adotadas as seguintes definições:

**Tratamento Superficial 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.

**Tratamento Superficial por Penetração Direta** - 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.

**Tratamento Superficial Simples** – São os tratamentos executados através da aplicação de apenas uma camada, constituída por uma aplicação de material asfáltico e uma aplicação de agregado. São camadas de desgaste, portanto, não devem ser consideradas parte da estrutura do pavimento, quando do dimensionamento.

**Tratamento Superficial Duplo** - São os tratamentos executados através da aplicação de duas camadas superpostas, cada uma constituída por uma aplicação de material asfáltico e uma aplicação de agregado. São camadas de desgaste, portanto, não devem ser consideradas parte da estrutura do pavimento, quando do dimensionamento.

**Tratamento Superficial Triplo** - São os tratamentos executados através da aplicação de três camadas superpostas, cada uma constituída por uma aplicação de material asfáltico e uma aplicação de agregado. O Tratamento Superficial Triplo à frio consiste na execução de um Tratamento Superficial Duplo com Capa Selante. São camadas de desgaste, portanto, não devem ser consideradas parte da estrutura do pavimento, quando do dimensionamento.

**Tratamento Superficial à Frio** – São os tratamentos executados com utilização de emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida, modificadas por polímero tipo SBS.

**Tratamento Superficial à Quente** – São os tratamentos executados com utilização de Cimento Asfáltico de Petróleo Modificados por Polímeros Elastoméricos, bem como Cimento Asfáltico de Petróleo modificado com Borracha.

**Capa Selante** – Trata-se de um Tratamento Asfáltico Superficial Simples a Frio, por Penetração Invertida, aplicado sobre revestimentos asfálticos, a fim de melhorar as condições de impermeabilização da estrutura do pavimento. Tem também a função de rejuvenescer a superfície de pavimentos antigos, desgastada pela ação do tráfego e das intempéries.

---

## 4. MATERIAIS

### 4.1. Materiais Asfálticos

Para a execução de Tratamentos Superficiais à Frio, deve ser utilizado o seguinte material:

- Emulsão Asfáltica do tipo RR - 2C – E

Para a execução de Tratamentos Superficiais à Quente, podem ser utilizados os seguintes materiais:

- Cimento Asfáltico de Petróleo tipo 60/85-E ou 65/90-E;
- Cimento Asfáltico de Petróleo modificado por Borracha, tipo AB 22;
- Cimento Asfáltico de Petróleo 50/70 (apenas para o pré-envolvimento dos agregados).

Anteriormente à realização dos serviços em pista, deverão ser realizados todos os ensaios para recebimento do CAP no canteiro de obras. Os serviços só poderão ser iniciados se os resultados de todos os ensaios estiverem de acordo com as especificações preconizadas pela ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, e em conformidade com as exigências da especificação ARTERIS EM 200 – FORNECIMENTO DE LIGANTES ASFÁLTICOS PARA SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO.

Caso seja constatada a utilização de ligantes asfálticos sem análise prévia ao descarregamento no tanque da usina, ou fora dos padrões de qualidade estabelecidos pela ANP e previstos nas especificações particulares da Arteris, os serviços serão rejeitados, e deverão ser refeitos sem ônus para Arteris, considerando inclusive a recomposição da sinalização horizontal existente (pinturas e tachas).

#### **4.2. Agregados**

Os agregados devem ser constituídos por rocha sã britada, apresentando fragmentos duros, limpos e duráveis, livre de partículas lamelares ou alongadas e de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deve atender aos seguintes requisitos:

- Ao menos 95% em peso dos fragmentos retidos na peneira nº 4, devem apresentar uma ou mais faces resultantes de fratura;
- Valor de perda máxima de 12% quando submetido ao ensaio de durabilidade com sulfato de sódio (MÉTODO ARTERIS T-104);
- Valor máximo de 30% no ensaio de desgaste ou Abrasão "Los Angeles" (MÉTODO ABNT-NM 51:2000);
- Valor inferior a 20% no ensaio de Índice de Forma, na relação 3:1 (MÉTODO ARTERIS D-4791);
- Valor para o equivalente de areia (MÉTODO ABNT-NBR 12052), superior a 60%;

- Valor máximo de 6 mg/g para o ensaio de Adsorção de Azul de Metileno (MÉTODO ARTERIS T-330);
- Para tratamentos à quente, deve apresentar um valor máximo de um por cento (1,0%) passando na peneira de 0,074 mm (nº 200), em peneiramento efetuado por lavagem do agregado;
- Para tratamentos simples à frio, deve apresentar um valor máximo de meio por cento (0,5%) passando na peneira de 0,074 mm (nº 200), em peneiramento efetuado por lavagem do agregado;
- Valor satisfatório de adesividade (MÉTODOS ABNT-NBR 12583 e ABNT-NBR 12584). Caso contrário, deve-se empregar 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 obras. Em hipótese alguma será admitida a aquisição de Ligante Asfáltico com melhorador de adesividade já incorporado.

---

## 5. COMPOSIÇÃO - DOSAGEM

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

- a) A faixa granulométrica dos agregados deverá atender às seguintes condições:
  - i. Em cada camada, a granulometria dos agregados deve ser o mais uniforme possível, ou seja, 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;

A relação  $d/D$  deverá ser maior ou igual a 0,65.

- b) Objetivando o melhor 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 acima, deverão ser utilizadas as faixas granulométricas indicadas nos itens a seguir:

## 5.1. Tratamentos Superficiais Asfálticos à Frio

### 5.1.1. Tratamento Superficial Simples à Frio

Peneira		Porcentagem passando, em peso	
ASTM	mm	Faixas	
		1F	2F
1/2	12,7	100	100
3/8	9,52	85-100	100
Nº4	4,75	10-30	85-100
Nº10	2,00	0-10	10-40
Nº200	0,075	0-0,5	0-0,5

Taxas de aplicação usuais	
CAP Residual	Agregado Pétreo
0,8 l/m <sup>2</sup> - 1,2 l/m <sup>2</sup>	8,0 kg/m <sup>2</sup> - 12,0 kg/m <sup>2</sup>

Caso seja observada, durante a realização dos serviços, baixa coesão na camada, o projeto de dosagem deverá ser readequado. Se a readequação do projeto não solucionar o problema, deverá ser realizada, obrigatoriamente, a aplicação de capa selante sobre o tratamento.

### 5.1.2. Tratamento Superficial Duplo à Frio

Peneira		Porcentagem passando, em peso			
ASTM	mm	Faixas			
		4F		5F	
		1ª Camada	2ª Camada	1ª Camada	2ª Camada
1	25,4	100	-	100	-
3/4	19,1	85-100	-	95-100	-
1/2	12,7	0-25	100	20-40	100
3/8	9,52	0-5	85-100	0-10	95-100
1/4	6,35	-	0-25	-	-
Nº4	4,75	-	0-5	0-5	0-20
Nº10	2,00	-	-	-	0-5
Nº200	0,075	0-1	0-1	0-1	0-1

Taxas de aplicação usuais		
Camada	CAP Residual	Agregado Pétreo
1 <sup>a</sup>	1,2 l/m <sup>2</sup> - 1,8 l/m <sup>2</sup>	20,0 kg/m <sup>2</sup> - 25,0 kg/m <sup>2</sup>
2 <sup>a</sup>	0,8 l/m <sup>2</sup> - 1,2 l/m <sup>2</sup>	10,0 kg/m <sup>2</sup> - 12,0 kg/m <sup>2</sup>

### 5.1.3. Tratamento Superficial Triplo à Frio

O Tratamento Superficial Triplo à frio consiste na execução de um Tratamento Superficial Duplo à Frio com posterior aplicação de Capa Selante.

#### 5.1.3.1. Capa Selante

Peneira		Porcentagem passando, em peso
ASTM	mm	Faixa
		3
1/4	6,35	100
Nº4	4,75	90-100
Nº8	2,4	0-35
Nº16	1,2	0-2

Taxas de aplicação usuais	
CAP Residual	Agregado Pétreo
0,5 l/m <sup>2</sup> - 1,0 l/m <sup>2</sup>	4,0 kg/m <sup>2</sup> - 8,0 kg/m <sup>2</sup>

## 5.2. Tratamentos Superficiais Asfálticos à Quente

### 5.2.1. Tratamento Superficial Simples à Quente

Peneira		Porcentagem passando, em peso		
ASTM	mm	Faixas		
		1Q	2Q	3Q
3/4	19,1	-	-	100
1/2	12,7	100	100	0-25
3/8	9,52	0-20	85-100	0-5
1/4	6,35	0-5	0-25	-
Nº4	4,75	-	0-5	-
Nº200	0,075	0-1	0-1	0-1

Taxas de aplicação usuais		
Faixa	CAP	Agregado Pétreo
1-2	0,8 l/m <sup>2</sup> - 1,5 l/m <sup>2</sup>	8,0 kg/m <sup>2</sup> - 16,0 kg/m <sup>2</sup>
3	1,2 l/m <sup>2</sup> - 1,8 l/m <sup>2</sup>	12,0 kg/m <sup>2</sup> - 18,0 kg/m <sup>2</sup>



### 5.2.2. Tratamento Superficial Duplo à Quente

Peneira		Porcentagem passando, em peso			
ASTM	mm	Faixas			
		4Q		5Q	
		1ª Camada	2ª Camada	1ª Camada	2ª Camada
1	25,4	100	-	100	-
3/4	19,1	85-100	-	95-100	-
1/2	12,7	0-25	100	20-40	100
3/8	9,52	0-5	85-100	0-10	95-100
1/4	6,35	-	0-25	-	-
Nº4	4,75	-	0-5	0-5	0-20
Nº10	2,00	-	-	-	0-5
Nº200	0,075	0-1	0-1	0-1	0-1

Taxas de aplicação usuais		
Camada	CAP	Agregado Pétreo
1ª	1,2 l/m <sup>2</sup> - 1,8 l/m <sup>2</sup>	20,0 kg/m <sup>2</sup> - 25,0 kg/m <sup>2</sup>
2ª	0,8 l/m <sup>2</sup> - 1,2 l/m <sup>2</sup>	10,0 kg/m <sup>2</sup> - 12,0 kg/m <sup>2</sup>

### 5.2.3. Pré-envolvimento dos agregados

Deverá ser realizado, obrigatoriamente, o pré-envolvimento dos agregados com Cimento Asfáltico de Petróleo. Este pré-envolvimento 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 deverá ser realizada em usina de Concreto Asfáltico Usinado a Quente. A taxa do ligante deverá estar compreendida entre 0,3% e 0,9%, em peso, do agregado.

---

## 6. INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

- Depósitos para materiais asfálticos, com capacidade de, no mínimo, 30 ton. No caso da execução de tratamento à quente, deverá ser 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 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, bem como evitar quaisquer contaminações;

- Usina para misturas asfálticas à quente, próxima à obra, para o pré-envolvimento dos agregados;
- 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:
  - Silos para agregados;
  - Depósitos para materiais asfálticos. No caso de tratamentos à quente, deve conter equipamentos agitadores e sistema de aquecimento do ligante;
  - Barra espargidora que permita distribuir o ligante asfáltico em quantidade e temperatura uniformes. No caso de tratamentos à quente, a barra deverá permitir a distribuição do 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, que permita a calibragem dos pneus entre 35 a 120 psi;
- Rolo liso metálico tipo tandem, com uma carga superior a 25kg e inferior a 45kg por centímetro de largura de roda, com peso total inferior a 10 toneladas; e
- Ferramentas manuais e equipamentos acessórios.

**Nota:** Caso não haja disponibilidade do caminhão multi-funcional, a depender da urgência e relevância da obra, a Arteris poderá aprovar, excepcionalmente, a utilização dos seguintes equipamentos para realização do espalhamento do ligante e dos agregados:

- Tratamentos à frio: Equipamento espargidor de material asfáltico, 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. As barras de distribuição devem ser de circulação plena, com dispositivos de regulagem horizontal e vertical, bicos de distribuição calibrados para aspersão em leque, medidor de volume ou peso, tacômetros, manômetros e termômetros de fácil leitura, e mangueira de operação manual;

- Tratamentos à quente: 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, capaz de proporcionar distribuição homogênea dos agregados, nas quantidades especificadas no projeto.

---

## 7. EXECUÇÃO

- a) A execução de serviços de tratamentos superficiais por penetração não será permitida com tempo chuvoso, ou com o risco de chuva. A temperatura ambiente, determinada à sombra e longe de aquecimento artificial, deverá ser de:
  - i. Para tratamentos à frio: no mínimo, 17° C, e estar em ascensão;
  - ii. Para tratamentos à quente: no mínimo 10° C, e estar em ascensão.
- b) No caso da aplicação do tratamento em faixas de rolamento, deverá ser observada a probabilidade de ocorrência de chuvas no dia seguinte à realização dos serviços. Caso a probabilidade de ocorrência de chuva para o dia seguinte à aplicação do tratamento seja alta, a aplicação deverá ser suspensa e reprogramada.
- c) O início dos serviços somente será autorizado quando todos os equipamentos necessários à sua execução estiverem em condições de uso.
- d) A superfície que irá receber a camada de tratamento superficial deverá apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais
- 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 não poderão ser executados sobre superfícies úmidas.
- g) O esquema de espargimento adotado deverá proporcionar recobrimento triplo em toda a largura da camada. 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 de ligante. Eventuais excessos ou falta de material deverão ser imediatamente corrigidos. Essa operação deverá ser realizada em uma única passada do equipamento espargidor, obedecidas as seguintes indicações:

- i. Quando a superfície da camada a revestir se apresentar muito desgastada e/ou oxidada, a critério da Fiscalização, a taxa de aplicação do ligante asfáltico da primeira camada poderá ser acrescida em até 0,5 l/m<sup>2</sup>. Essa taxa não deverá ser deduzida da quantidade prevista em projeto, no caso de tratamentos múltiplos.
  - ii. A diluição de Emulsão Asfáltica, em água, deverá ser feita para uso imediato, não se admitindo a estocagem desse produto.
- h) A aplicação do Cimento Asfáltico de Petróleo (tratamento à quente) deverá ser realizada na quantidade certa, de maneira uniforme e na temperatura compatível com o seu tipo, conforme indicado no projeto da mistura, em função da relação temperatura – viscosidade:
- i. Para CAP modificado por polímero, deverá ser determinada em função da relação temperatura – viscosidade Brookfield, definida pelo fabricante e determinada conforme NBR 15.184.
  - ii. Para CAP 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.
- i) 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 proporcionarem a obtenção dos resultados especificados.

**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.

- j) Os agregados deverão ser uniformemente espalhados na taxa determinada, verificando-se cuidadosamente 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 durante as inspeções visuais efetuadas em cada aplicação.

- k) Na execução das juntas deverão ser obedecidas as seguintes indicações:
  - i. Não deverá haver coincidência entre as juntas transversais de duas camadas sucessivas, devendo-se prever uma defasagem de, pelo menos, dois metros entre elas.
  - ii. 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.
  - iii. Deverá ser evitada a coincidência das juntas longitudinais, para cada aplicação do ligante.
- l) O tráfego não será permitido quando da aplicação do material asfáltico ou dos agregados
- m) No caso da não utilização do equipamento multi-funcional, se 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.
- n) A compressão dos agregados deverá ser feita imediatamente depois do espalhamento dos materiais, com rolo pneumático de pressão variável, com número de coberturas apenas suficiente para proporcionar a perfeita acomodação do agregado, sem causar danos à superfície a revestir.
- o) A compressão da camada deverá ser 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. Nos locais inacessíveis aos rolos compactadores, como cabeceiras de obra de arte etc., a compactação deve ser executada com compactadores portáteis, manuais ou mecânico.
- p) Depois da execução, objetivando a conformação final da superfície, a última camada deverá ser rolada com uma só passada, com sobreposição, com rolo Tandem, desde que este não esteja promovendo a quebra ou esmagamento excessivo do agregado.
- q) Depois da rolagem deve ser iniciada a varrição com vassoura mecânica, retirando o excesso de agregado que não está aderido ao ligante.

- r) Para tratamentos múltiplos, as operações de aplicação e compressão dos ligantes e agregados serão repetidas com as recomendações e cuidados já descritos.
- s) No caso de tratamentos à frio, após decorrido um período de 24 a 48 horas após a execução dos serviços, dependendo das condições climáticas, a última camada deverá ser rolada com uma só passada, com sobreposição, com rolo Tandem, objetivando a conformação final da superfície. A liberação ao tráfego usuário, somente poderá ser feita depois da realização desta etapa e após a finalização de todo o processo de varrição, e quando for comprovada a resistência ao arrancamento do agregado, que deve ocorrer, geralmente, entre 24 e 48 horas. Depois dessa liberação o trânsito deverá ser controlado nas 24 horas seguintes com velocidade máxima de 50 km/h.
- t) No caso de tratamentos à quente, depois de finalizado todo o processo de varrição, o trecho recém construído deverá ser liberado ao tráfego por uma hora, com o controle da velocidade máxima em 60 km/h. Passado esse período o segmento deverá ser novamente fechado ao tráfego, para a varrição final e liberação definitiva ao usuário.

Anteriormente ao início dos serviços, deverá ser executado um Trecho Experimental, objetivando avaliar o desempenho da camada, obedecidas as seguintes condições:

- Deverá ter uma área de, no mínimo, 1500 m<sup>2</sup>.
- 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 Trecho Experimental, com as indicações necessárias a serem obedecidas em toda a fase de execução dos serviços de Tratamentos Superficiais Asfálticos.
- 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 Trecho Experimental. Se for necessário, o projeto de dosagem poderá ser readequado.

- 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.

---

## **8. CONTROLE**

### **8.3. Controle Tecnológico**

#### **8.3.1. Materiais**

##### **8.3.1.1. Materiais Asfálticos**

- i. Para recebimento e aceitação, os Ligantes Asfálticos deverão ser avaliados de acordo com a especificação Arteris EM-200 - FORNECIMENTO DE LIGANTES ASFÁLTICOS PARA SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO.
- ii. Para cada nova carga que chegar ao canteiro de obras, deverá ser realizado um ensaio de adesividade com os agregados (MÉTODOS ABNT-NBR 12583 e ABNT-NBR 12584).

##### **8.3.1.2. Agregados**

- i. Deverá ser realizada, diariamente, uma inspeção à britagem e aos depósitos, de forma a se verificar se os agregados se apresentam secos, limpos e isentos de quaisquer contaminações prejudiciais.
- ii. Caso seja constatada alguma alteração mineralógica (visual) na bancada da pedreira em exploração, deverão ser executados imediatamente os seguintes ensaios:
  - a. Abrasão Los Angeles (MÉTODO ABNT-NBR 6465);
  - b. Adesividade (MÉTODOS ABNT-NBR 12583 e ABNT-NBR 12584);
  - c. Equivalente de areia (MÉTODO ABNT-NBR 12052).
- iii. Deverão ser realizados, semanalmente, dois ensaios de granulometria lavada (ARTERIS T 27) para cada tipo de agregado, com materiais coletados na pilha, para constatação da regularidade da britagem.
- iv. Deverá ser realizado, no mínimo, um ensaio de granulometria lavada para cada tipo de agregado, por dia de trabalho. O ensaio deverá ser realizado anteriormente à realização do pré-envolvimento no caso de tratamentos superficiais à quente. A granulometria deverá estar dentro da faixa de

trabalho definida em projeto, de acordo com as tolerâncias definidas na tabela abaixo:

Peneira		Tolerâncias das faixas de projeto
ASTM	mm	
3/4	19,1	7%
1/2	12,7	5%
3/8	9,52	5%
1/4	6,35	5%
Nº4	4,75	3%
Nº10	2,00	3%
Nº200	0,075	0%

- v. Deverá ser realizado, no mínimo, um ensaio de Índice de Forma (3:1) por dia de trabalho (MÉTODO ARTERIS D-4791);

No caso de não atendimento aos itens 'i' e/ou 'ii', os trabalhos deverão ser suspensos, e uma nova fonte de agregados deverá ser adotada. Neste caso, será necessário o refazimento do projeto de dosagem. No caso de não atendimento aos itens 'iii', 'iv' e/ou 'v', os trabalhos deverão ser suspensos até que sejam tomadas as providências necessárias para regularização da central de britagem.

### **8.3.2. Execução**

#### **8.3.2.1. Equipamento**

Diariamente, antes do início da aplicação da camada em pista, deverá ser realizada a verificação de conformidade dos equipamentos distribuidores de materiais, observando-se:

- i. O perfeito funcionamento da barra e dos bicos espargidores;
- ii. O perfeito funcionamento da caixa distribuidora de agregados.

Esta verificação deverá ser realizada no canteiro de obras, sobre lonas impermeáveis. A verificação deverá ser realizada inicialmente para a barra e bicos espargidores, com bloqueio da caixa de agregados, e posteriormente para a caixa de agregados, onde deverá ser bloqueada a distribuição do ligante.

#### **8.3.2.2. Aplicação do material**

- i. Diariamente, antes da execução dos serviços, deverão ser calibradas as taxas de aplicação do ligante e dos agregados. Esta calibração deverá ser realizada



sobre lonas impermeáveis com no mínimo 5 metros de extensão, onde deverão ser calibrados individualmente as taxas de aplicação do ligante e dos agregados.

- ii. Deverá ser realizada, no mínimo, uma determinação da taxa de agregados para cada faixa de espalhamento, considerando uma extensão máxima de 1000 metros. O controle deve ser 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 material realmente espalhado. Os serviços serão aceitos se a taxa de aplicação individual dos agregados se encontrar no intervalo de  $\pm 15,0\%$  em relação às taxas definidas em projeto, e se a média geral dos resultados se encontrar no intervalo de  $\pm 10,0\%$  em relação às taxas definidas em projeto.
- iii. Deverá ser realizada, no mínimo, três determinações da taxa de ligante asfáltico para cada faixa de espalhamento, considerando uma extensão máxima de 1000 metros. O controle deve ser feito colocando-se na pista recipientes de peso e áreas conhecidos. Os recipientes deverão ser distribuídos transversalmente em diferentes posições, com o intuito de se verificar a homogeneidade da vazão dos bicos e da taxa de aplicação. Por simples pesadas, antes e após a passagem do distribuidor de ligante asfáltico, ter-se-á a quantidade de material realmente espalhado. Os serviços serão aceitos se a taxa de aplicação individual do ligante asfáltico se encontrar no intervalo de  $\pm 15,0\%$  em relação às taxas definidas em projeto, e se a média geral dos resultados se encontrar no intervalo de  $\pm 10,0\%$  em relação às taxas definidas em projeto.

**Nota:** No caso de utilização de caminhão multi-funcional, que aplica simultaneamente o ligante asfáltico e o agregado, deverá ser coletada uma amostra, através do método da bandeja, em cada camada, para determinação da taxa de aplicação do agregado e do ligante asfáltico, bem como para verificação da granulometria. Deverá ser efetuada a extração do ligante asfáltico através do procedimento ARTERIS T-308 (Método B). 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 “8.3.1.2.iv”. A taxa de aplicação do ligante asfáltico e dos agregados deverá seguir o disposto nos itens “8.3.2.2.ii” e “8.3.2.2.iii”.

Em caso de não atendimento aos itens “8.3.2.2.ii” e “8.3.2.2.iii”, a Fiscalização determinará a conclusão da camada e a execução sobre toda a plataforma, para evitar a ocorrência de degraus, com ônus exclusivo da Contratada, 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.

### **8.3.2.3. Controle Geométrico**

#### **8.3.2.3.1. Largura**

Não serão admitidos valores inferiores aos determinados 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 Contratada, considerando inclusive a recomposição da sinalização horizontal existente.

#### **8.3.2.3.2. Acabamento**

O acabamento da superfície será apreciado visualmente, a critério da Fiscalização, pela observação das condições de desempenho da camada, da qualidade das juntas executadas, que deverá ser julgado satisfatório, e inexistência de marcas decorrentes da má distribuição e/ou compressão inadequada. Não serão aceitos serviços onde a superfície pavimentada se apresentar heterogênea, com estrias, exsudação aparente e qualquer outra patologia que comprometa a qualidade do pavimento.

O Índice de Regularidade Internacional – IRI, quando o Tratamento Superficial for utilizado como camada de rolamento, deverá ser inferior a 1,9 m/km.

Deverá ser medida a macrotextura da camada através o ensaio de mancha de areia (MÉTODO ABNT-NBR 16504), a cada 100m, em cada faixa de rolamento, na posição correspondente as futuras trilhas de roda. A altura de mancha de areia deve ser no mínimo de 0,6 mm.