

## TEXTO COMPLEMENTAR

# TRATAMENTO SUPERFICIAL NA CONSERVAÇÃO E CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS

### ▪ INTRODUÇÃO

Durante os últimos anos, tem surgido no mundo inteiro interesse reflorescente em se empregar tratamentos superficiais na construção e conservação de revestimentos betuminosos. A razão disso é fácil de ser entendida: o tratamento superficial, corretamente projetado e executado, é uma capa econômica, de consumo de matérias – primas e energia, de execução rápida, prestando – se a uma vasta gama de condições de uso, desde o tráfego leve em rodovias secundárias até o trânsito pesado e de alta velocidade. Em alguns países, como na Austrália, o Tratamento superficial chega a ser usado em 90 % dos casos de conservação de pavimentos flexíveis.

A Técnica tem, infelizmente, adquirido uma certa má fama devido a um alto número de insucessos no passado. Entretanto, um estudo dos trechos defeituosos leva quase sempre à conclusão de que as falhas devem – se à inobservância de uma ou mais das exigências fundamentais quanto à maneira correta de escolha dos materiais, de elaboração do projeto e de execução do tratamento.

O presente trabalho, baseado em experiências no Brasil e em alguns outros países, descreve os princípios básicos para a obtenção de um tratamento superficial satisfatório, de alta durabilidade, dando ênfase especial às precauções a serem tomadas para se evitarem os defeitos comumente encontrados.

### ▪ DEFINIÇÕES

Antes de mais nada, convém definir termos, como “ Tratamento superficial” e congêneres, uma vez que as opiniões a esse respeito diferem (2.1). Sugeramos as seguintes denominações, conforme figura 2.1:

**TRATAMENTO SUPERFICIAL POR PENETRAÇÃO:** revestimento flexível de pequena espessura, executado por espalhamento sucessivo de ligante betuminoso e agregado, em operação simples ou múltipla. O tratamento simples inicia – se, obrigatoriamente, pela aplicação única do ligante, que será coberto logo em seguida por uma camada de agregado. O ligante penetra de baixo para cima no agregado (penetração “invertida”). O tratamento múltiplo inicia – se geralmente pela aplicação do ligante que penetra de baixo para cima (penetração “Invertida”) na primeira camada de agregado, enquanto a penetração das seguintes camadas de ligante é tanto “Invertida” como “Direta”. A espessura acabada é da ordem de 5 a 20 mm.

ITEM	ESQUEMA	DENOMINAÇÃO	ESPESSURA ACABADA mm	TIPO DE LIGANTE	TIPO DE AGREGADO	MODALIDADE DA PENETRAÇÃO DO LIGANTE	TIPO DE SUBSTRATO
(a)		T. S. por penetração simples	< 10	Todos os convencionais	Graduação estreita	Invertida	Betuminoso; granular; solo estabilizado; concreto; paralelepípedos
(b)		T. S. por penetração dupla, convencional	< 20	Todos os convencionais	Graduação estreita	1ª camada: invertida 2ª camada: mista	Granular
(c)		T.S. por penetração dupla com agulhamento no substrato, com capa selante coberta por agregado miúdo	< 20	Emulsão asfáltica	Graduação estreita	Mista (predominante direta na 1ª camada)	Granular ou solo com ou sem aditivo estabilizante
(d)		T. S. por penetração simples com agregado pedregulhoso	< 20	Emulsão tipo "alta flutuação" óleo tipo "Sueco"	Bem graduado	Invertida	Granular
(e)		Macadame betuminoso por penetração dupla (3 camadas de agregado)	≥ 20	Todos os convencionais	Graduação estreita	Mista (predominantemente direta na 1ª camada)	Como (a)
(f)		Capa selante por penetração	< 5	Emulsão asfáltica	Com ou sem cobertura de agregado miúdo	Mista ou direta, respectivamente com ou sem cobertura por agregado miúdo	Betuminoso
(g)		Capa selante por lama asfáltica	2 a 5 (casos mais comuns)	Emulsão asfáltica	Miúdo (areia e/ou pó de pedra)	Pré-misturado	Betuminoso
(h)		T. S. primário ("anti-pó")	2 a 5 (casos mais comuns)	Emulsão asfáltica ou asfalto diluí	Com ou sem cobertura de agregado miúdo	Direta no substrato. Invertida no agregado eventual	Granular ou solo não estabilizado

OBSERVAÇÕES. (a) e (b): em T. S. de alta qualidade, usam-se ligantes especiais/(e): macadame betuminoso é mais usado em camadas de base (espessura > 5 cm). Os limites indicados da espessura acabada são arbitrários.

FIGURA 2.1: DIVERSOS TIPOS DE TRATAMENTO SUPERFICIAL (T. S.) E CONGÊNERES

**CAPA SELANTE POR PENETRAÇÃO:** selagem de um revestimento betuminoso por espalhamento de ligante betuminoso, com ou sem cobertura de agregado miúdo. Espessura acabada: até 5mm, aproximadamente usada como última camada em tratamento superficial múltiplo. Quando não usada cobertura de agregado miúdo, usa – se também o termo “pintura de impermeabilização” (“fog seal”).

**TRATAMENTO SUPERFICIAL PRIMÁRIO POR PENETRAÇÃO:** tratamento para controle de poeira (“antipó”) de estradas de terra o e de revestimento primário, por espalhamento de ligante betuminoso de baixa viscosidade, com ou sem cobertura de agregado miúdo. O ligante deve penetrar, no mínimo, de 2 a 5 mm na superfície tratada, de preferência mais. O tratamento betuminoso para controle de poeira, em uso desde o fim do século passado, é de fato precursor do moderno tratamento superficial convencional.

O denominador comum para essa família de revestimentos, é a modalidade de aplicação: por espalhamento dos materiais, separadamente, e o envolvimento do agregado pela penetração do ligante. Esses tratamentos caracterizam – se também pela sua pequena espessura, razão principal do seu custo relativamente baixo.

Nos tratamentos superficiais e de penetração, incluímos também:

**LAMA ASFÁLTICA:** capa selante por argamassa pré - misturada. Espessura acabada: de 2 a 5 mm (caso mais comum).

**MACADAME BETUMINOSO POR PENETRAÇÃO:** aplicações sucessivas (geralmente duas) de agregado e ligante betuminoso, por espalhamento. Inicia – se pela aplicação do agregado mais graúdo. Espessura acabada: maior que 20 mm. É mais usado como base ou “binder”, em espessuras maiores que 5 cm.

**IMPRIMADURAS, LIGANTES E IMPERMEABILIZANTE:** são apenas tratamentos construtivos, executados somente como complemento às camadas betuminosas superiores do pavimento.

A maior parte da estabilidade do tratamento superficial por penetração simples deve – se à adesão, conferida pelo ligante, entre o agregado e o substrato, sendo secundária a contribuição dada pelo entrosamento das partículas. Contrariamente, no macadame betuminoso, a estabilidade é principalmente obtida pelo travamento e atrito entre as pedras, complementada pela coesão conferida pelo ligante. Do tratamento superficial por penetração simples até o tratamento múltiplo, há uma transição, no que diz respeito à estabilidade: até o “princípio macadame” e, conforme o número de camadas e o tamanho dos agregados, até o “princípio concreto” onde a maior parte da estabilidade se deve à cimentação do conjunto pela argamassa criada pelo ligante e o agregado miúdo, similar ao caso do pré – misturado denso. Entretanto, quanto mais aplicações se adotam no tratamento superficial, mais duvidosas serão as vantagens econômicas do processo; neste caso, um outro tipo de revestimento, como o pré – misturado, deve ser levado em conta.

Os limites de espessuras usadas nas referidas definições são arbitrários; existem, logicamente, intervalos de transição onde os termos se confundem. É também possível, e muito usada, uma combinação de alguns dos tratamentos discriminados: por exemplo, o macadame betuminoso complementado por tratamento superficial por penetração e/ou por capa selante (camadas de “refinamento”). No capítulo 12 abordaremos em mais detalhes a importância de espessura do tratamento.

Descriminam – se, freqüentemente, os tratamentos superficiais múltiplos em direitos e invertidos sem ter uma definição nítida para a distinção entre essas duas modalidades. Convencionalmente, denomina – se por “penetração invertida” o tratamento superficial clássico. Evidentemente, o tratamento superficial simples sempre é totalmente de penetração invertida. O termo “penetração direta” foi introduzido para melhor identificar os tratamentos superficiais, principalmente em acostamentos, executados com emulsão de baixa viscosidade, onde é necessário iniciar – se por um espalhamento de agregado para evitar o escorrimento do ligante (2.2). Entretanto, neste tipo de tratamento, substrato já durante a compactação. Esta ancoragem é necessária para compensar a falta de ligante por baixo do agregado. Portanto, a primeira camada de agregado, nesse tipo de tratamento, deve ser considerada, também, como um complemento à base.

De qualquer maneira, desaconselhamos o uso de emulsão de baixa viscosidade em tratamento superficial por penetração (somente em capa selante) e insistimos na necessidade de se iniciar o tratamento superficial convencional por uma aplicação de ligante quando não haja um agulhamento significativo da primeira camada de agregado. A partir de um certo tamanho de agregado, da ordem de 25 mm, pode – se iniciar o tratamento por espalhamento de agregado (mesmo sem agulhamento), sem prévio banho de ligante, uma vez que o atrito entre as partículas e a própria inércia de cada contribuem, significativamente, para a estabilidade da camada. Neste caso, porém, já se trata de macadame betuminoso.

Por outro lado, usa – se também o termo “penetração direta” quando há uma subdivisão do ligante (geralmente emulsão asfáltica) no tratamento múltiplo de tal maneira que a maior parte do ligante penetre de cima para baixo nas camadas. A nosso ver, falta uma definição inequívoca que possa discriminar a situação limítrofe onde o tratamento deixe de ser “invertida” e passe a ser “direta”. Parece – nos que a penetração totalmente “direta” só existe quando não há cobertura da camada de ligante por agregado (capa selante sem agregado, por exemplo).

O termo “tratamento superficial por penetração” é freqüentemente abreviado para “tratamento superficial” simplesmente, sistemática essa que será adotada neste trabalho em todos os lugares onde haja possibilidade de equívoco.

### ▪ PROPRIEDADES DA TRATAMENTO SUPERFICIAL

As principais funções do tratamento superficial são de:

- Proporcionar uma camada de rolamento de pequena espessura, porém, de alta resistência contra desgaste.
- Impermeabilizar o pavimento.
- Proteger a infra – estrutura do pavimento.
- Proporcionar um revestimento antiderrapante.
- Proporcionar um revestimento de alta flexibilidade que possa acompanhar deformações relativamente grandes da infra – estrutura. Devido à sua flexibilidade, é praticamente inexistente o trincamento por fadiga.

Conforme o projeto escolhido, pode – se ainda obter uma ou várias das seguintes propriedades complementares:

- Rejuvenescimento de revestimentos asfálticos envelhecidos.
- Alta refletância.
- Alta aderência pneu/superfície.

Assinalamos também o que não se deve do tratamento superficial, a saber:

- Devido à sua pequena espessura, não aumenta, substancialmente, a resistência estrutural do pavimento; porém, a capacidade de suporte inerente a este é conservada pelo efeito protetor do tratamento.
- Não corrige, praticamente, irregularidade (longitudinais ou transversais) da pista.

### ▪ **USOS DO TRATAMENTO SUPERFICIAL**

O tratamento superficial, devido às suas características, é particularmente indicado nos seguintes casos:

- Revestimento para pavimentos novos de trânsito leve a médio. Por ser uma capa de alta flexibilidade, o tratamento é empregado, extensivamente, em pavimentos recém – construídos, quando a infra – estrutura do pavimento ainda estiver em fase de consolidação. Numa segunda etapa, aplica – se, então, o revestimento definitivo, mais rígido, como o concreto asfáltico.
- Revestimento de acostamento.
- Conservação de revestimentos betuminosos desgastados e envelhecidos, com trânsito leve, médio ou pesado.
- Selagem de revestimentos betuminosos abertos.
- Tratamento antiderrapante de superfícies lisas, inclusive pavimentos de concreto e de paralelepípedos.
- Proteção provisória de subleitos ou sub – bases (4 – 1).
- Demarcação horizontal. A diferenciação entre diferentes faixas de tráfego pode ser obtida pela disparidade do tamanho dos respectivos agregados (nível desigual de ruído) ou por diferença na cor. A sinalização horizontal por faixa delimitadora de eixo ou de bordos,

normalmente executada em tinta ou termoplástico, pode também ser feita por tratamento superficial simples com ligante betuminoso convencional ou modificado e agregado (natural ou sintético) de cor clara (4-2).

- Destaque de uma coloração específica da superfície da pista inteira. Com uma tonalidade mais clara do agregado, melhoram – se as características ópticas da superfície e, portanto, a segurança do tráfego.
- Tratamento “controle de pó”.
- Selagem para a cura de bases de solo – cimento e solo – cal. Nesse caso, o tratamento (com agregado miúdo), serve também para o aumento da aderência entre base e capa.