

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

PAVIMENTAÇÃO

Revestimentos Asfálticos Funcionais

1º. Semestre 2024

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

1

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Tipos de revestimentos asfálticos funcionais:

- Tratamento superficial simples
- Tratamento superficial duplo
- Tratamento superficial triplo
- Lama asfáltica
- Tratamento anti-pó
- Capa selante
- Microrrevestimento asfáltico
- Camada SAM

Devido as espessuras delgadas desses tipos de revestimentos, sua aplicação não corrige irregularidades (longitudinais ou transversais) da pista caso sejam aplicados em superfície com esses defeitos. Pelo contrário é comum constatar o aumento do IRI e mesmo de deformação permanente após a aplicação desses tipos de revestimentos em superfícies com defeitos estruturais.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

4

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

CAPA SELANTE

LAMA ASFÁLTICA

TRATAMENTO ANTI PÓ

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

2

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

5

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

Camadas asfálticas funcionais são empregadas em pavimentos com revestimentos asfálticos que apresentam tipos de problemas superficial:

- desgaste caracterizado pelo arrancamento de agregado pela ação do tráfego;
- polimento do agregado - propicia a diminuição do atrito pneu/pavimento em pista molhada.
- Textura superficial muito fechada - formação de lâmina d'água em chuvas
- Fissuras, trincas isoladas ou em blocos – permite a penetração de água nas camadas do pavimento

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

3

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

Por definição, tratamentos superficiais é o nome atribuído a um tipo de revestimento asfáltico de espessura na ordem de 5 mm a 20 mm, executado diretamente em pista e que quando feito adequadamente, propicia textura superficial rugosa favorecendo antiderrapagens, tem características flexíveis, impermeabiliza o substrato e tem alta resistência ao desgaste da ação do tráfego.

Observe-se que essa definição pode perfeitamente, definir outro tipo de revestimentos funcionais. Com efeito, é comum encontrar na literatura referências a lama asfáltica, capa selante ou outro tipo de revestimento funcional como um tipo de tratamento superficial.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

6

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

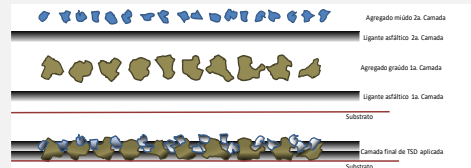
Tratamento superficial é um tipo de revestimento asfáltico que foi muito utilizado no passado, hoje em menor escala.

Estradas vicinais, construídas há muito tempo, receberam esse tipo de revestimento e hoje ainda é comum, nessas estradas, nos deparamos com esse tipo de revestimento com certo nível de qualidade de rolamento.

7

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

Tratamento superficial duplo ou TSD é o tratamento superficial formado por duas aplicações de ligante asfáltico e duas aplicações de agregado mineral, sucessivas e alternadas.



10

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO**PRINCIPAIS FINALIDADES**

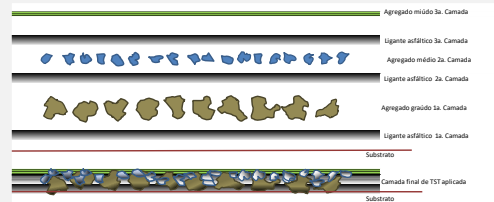
Liedi et al. (2010) comentam que as principais funções do tratamento superficial são:

- proporcionar uma camada de rolamento de pequena espessura, porém, de alta resistência ao desgaste;
- impermeabilizar o pavimento e proteger a infraestrutura do pavimento;
- proporcionar um revestimento antiderrapante;
- proporcionar um revestimento de alta flexibilidade que possa acompanhar deformações relativamente grandes da infraestrutura.

8

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

Tratamento superficial triplo ou TST é o tratamento superficial onde há aplicação de três camadas de ligante asfáltico e três aplicações de agregado mineral, sucessivas e alternadas.



11

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

Tratamento superficial simples ou simplesmente TSS, é o tratamento superficial constituído por apenas uma aplicação de ligante asfáltico e uma aplicação de agregado mineral.



9

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO**MATERIAIS**

DNIT 146/2012 – ES, 147/2012 – ES e 148/2012 – ES que especificam os tratamentos superficiais, TSS, TSD e TST.

DER-SP ET-DE-P00/021 agosto/2006

Ligantes asfálticos para construção de tratamento superficial são:

- cimento asfáltico de petróleo, tipo CAP 150/200 modificado ou não por polímero SBS e,
- emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida, tipos RR-1C e RR-2C, modificadas ou não por polímero tipo SBS.

12

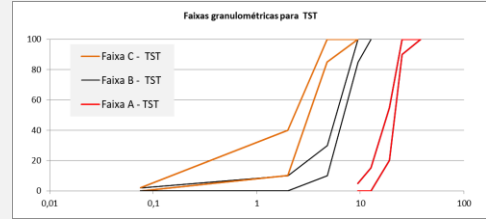
TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

Da mesma forma, tanto o DNIT como o DER-SP apontam atribuições que os agregados devem atender: resistência, sanidade, forma, adesividade ligante asfáltico/agregado, isenção de pó em sua superfície e também atender às especificações granulométricas.

13

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA TRATAMENTO SUPERFICIAL TRIPLO

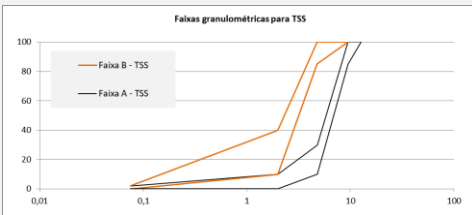
Dosagem DNIT



16

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES

Dosagem DNIT



14

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

Dosagem DNIT

Tabela - Taxa de aplicação de ligante asfáltico e agregado para TSS

Camada	Ligante asfáltico (l/m ²)	Agregado (kg/m ²)
Única	0,8 a 1,2	8 a 12

Tabela - Taxa de aplicação de ligante asfáltico e agregado para TSD

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

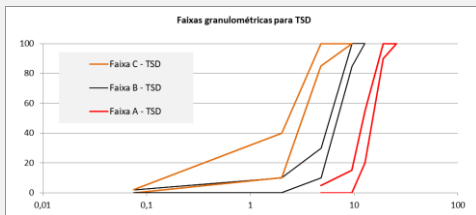
Tabela - Taxa de aplicação de ligante asfáltico e agregado para TST

Camada	Ligante asfáltico (l/m ²)	Agregado (kg/m ²)
1ª	1,0 a 1,6	20 a 25
2ª	0,6 a 0,9	10 a 12
3ª	0,4 a 0,6	5 a 7

17

DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO

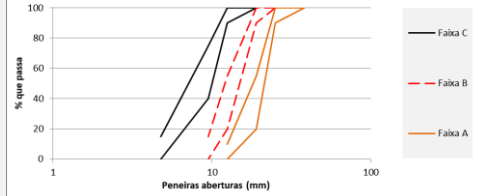
Dosagem DNIT



15

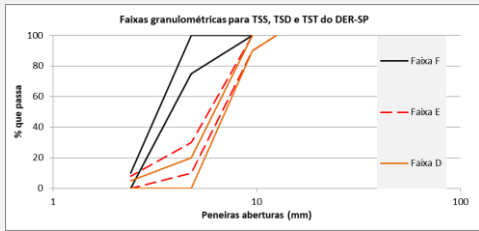
TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

Faixas granulométricas para TSS, TSD e TST do DER-SP



18

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO



19

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

As quantidades de emulsão foram calculadas a partir das taxas de aplicação recomendadas para execução com cimento asfáltico, dos mesmos tipos de tratamento, utilizando-se a expressão:

$$\text{Taxa de emulsão} = \frac{\text{Taxa de CAP}}{0,67 * 1,15} \text{ ou Taxa de emulsão} = \frac{\text{Taxa de CAP}}{0,77}$$

Onde: 0,67 = resíduo de CAP na emulsão e 1,15 = correção decorrente do melhor envolvimento do agregado pela emulsão

22

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

Composição dos Tratamentos Superficiais – DER-SP - Quantidades de materiais em l/m², emprego de ligante asfáltico

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES	TIPOS DE TRATAMENTO					
	SIMPLES		DUPLO		TRIPLO	
	1 D	2DF	3CE	3BD	3BDF	3ACE
1ª CAMADA						
CAP	1,0	1,0	1,2	1,4	1,2	1,4
Agregado Graução D	8,5	9,0	-	-	-	-
Agregado Graução C	-	-	12,0	-	-	-
Agregado Graução B	-	-	-	15,0	14,0	-
Agregado Graução A	-	-	-	-	-	18,0
2ª CAMADA						
CAP	-	0,6	0,9	1,3	1,0	1,2
Agregado Graução F	-	5,0	-	-	-	-
Agregado Graução E	-	-	6,0	-	-	-
Agregado Graução D	-	-	-	8,0	7,0	-
Agregado Graução C	-	-	-	-	-	9,5
3ª CAMADA						
CAP	-	-	-	-	0,9	1,0
Agregado Graução E	-	-	-	-	-	5,0
Agregado Graução F	-	-	-	-	5,0	-
Quantidades totais						
Cimento Asfáltico (CM ^a)	1,0	1,6	2,1	2,7	3,1	3,6
Agregado (m ³)	8,5	14,0	18,0	23,0	26,0	32,5

20

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

A aplicação do ligante asfáltico pode ser de duas formas:

- Antes do espalhamento do agregado - dessa forma diz-se que o tratamento superficial é por penetração invertida. Pois o agregado penetra no filme de ligante asfáltico e envolve o agregado de baixo pra cima.
- A segunda forma é a aplicação do ligante asfáltico sobre o agregado, nesse caso diz-se tratamento superficial por penetração direta.

A forma mais usual é por penetração invertida e ressalta-se o TSS que a primeira aplicação dos tipos; TSD e TST necessariamente deve ser tipo invertida, pois trata-se de um complemento ao substrato.

23

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

Composição dos Tratamentos Superficiais – DER-SP - Quantidades de materiais em l/m², emprego de emulsões asfálticas

SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES	TIPOS DE TRATAMENTO					
	SIMPLES		DUPLO		TRIPLO	
	1 D	2 DF	3CE	3BD	3BDF	3ACE
1ª CAMADA						
Emulsão	1,0	1,0	1,2	1,4	1,2	1,4
Agregado Graução D	-	-	-	-	-	-
Agregado Graução C	-	-	12,0	-	-	-
Agregado Graução B	-	-	-	15,0	14,0	-
Agregado Graução A	-	-	-	-	-	18,0
2ª CAMADA						
Emulsão	-	1,0	1,6	2,1	1,9	2,3
Agregado Graução F	-	5,0	-	-	-	-
Agregado Graução E	-	-	6,0	-	-	-
Agregado Graução D	-	-	-	8,0	7,0	-
Agregado Graução C	-	-	-	-	-	9,5
3ª CAMADA						
Emulsão	-	-	-	-	0,8	1,0
Agregado Graução E	-	-	-	-	-	5,0
Agregado Graução F	-	-	-	-	5,0	-
Totais						
Emulsão Agregado (CM ^a)	1,3	2,3	2,8	3,5	4,1	4,7
Agregado (m ³)	8,5	14,0	18,0	23,0	26,0	32,5

21

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

Processo construtivo TSS

O procedimento de execução do TSS consiste basicamente na limpeza prévia do local a ser aplicado o tratamento, aplicação do ligante asfáltico em seguida o espalhamento da camada de agregado. As taxas são recomendadas ou determinadas previamente em projeto. Excessos ou escassez devem ser corrigidos antes do início da compressão. A compressão deve ser executada da borda para o centro da faixa e em curvas da parte baixa para a parte mais alta. Na passagem do rolo deve-se ter uma sobreposição de metade do cilindro. Após término da compressão, fazer uma varredura leve para remoção de partículas de agregados soltas e liberar ao tráfego de forma moderada.

24

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO**Processo construtivo TSD**

Para o TSD, o procedimento é semelhante ao TSS, respeitando as taxas de aplicação de ligante asfáltico e de agregado apresentados na Tabela ___ ou as taxas recomendadas de projeto previamente realizado, executar a 1ª. camada da mesma maneira apresentada para o TSS e após a compressão dessa 1ª. camada, fazer uma varredura leve para remoção das partículas soltas de agregado e aplicar a 2ª. camada de ligante asfáltico e em seguida aplicar a 2ª. camada de agregado e proceder com a compressão da mesma forma executada na 1ª. camada. Após término dessa 2ª. compressão,

Processo construtivo TST O procedimento para o TST requer uma aplicação de uma camada a mais a 3ª. camada.

25

CAPA SELANTE

28

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

26

CAPA SELANTE

A norma do DER-PR ES-P 19/05 – Pavimentação: define capa Selante, aponta os materiais e as diretrizes de aplicação de capa selante em pavimentos.

29

TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES, DUPLO E TRIPLO

Figura 4.25 Exemplos de equipamentos e etapas construtivas de um tratamento superficial simples pelo sistema de equipamento especial com silos de agregado e ligante no mesmo veículo (Foto: Santos, 2003).

27

CAPA SELANTE**Definição**

Capa selante com emulsão é o serviço executado por penetração invertida, envolvendo uma aplicação de emulsão asfáltica catiônica (RR) e uma aplicação de agregado miúdo. Sua execução tem por finalidade principal o incremento das condições de impermeabilização de revestimentos asfálticos semiabertos e abertos (revestimentos asfálticos recém-construídos do tipo PMFA, PMFSD e macadame asfáltico), e também, de revestimentos asfálticos compostos de misturas asfálticas densas, desgastadas superficialmente pela exposição à ação do tráfego e das intempéries

No caso de emprego de emulsão polimerizada em capa selante, além dos benefícios com emprego de emulsão convencional (RR), permite-se também a aplicação em vias com VDM superior a 1000 veículos/dia.

30

CAPA SELANTE

Materiais:

- Emulsão asfáltica catiônica ruptura rápida (RR-2C)
- Emulsão asfáltica modificada por polímero SBR ou SBS
- Areia, ou
- pedrisco, ou
- pó de pedra ou
- granilha

Tem-se optado pela composição de faixas granulométricas com a misturas desses agregados.

31



Foto capa selante Brasquímica

34

CAPA SELANTE

A norma do DER-PR ES-P 19/05 – Pavimentação: define capa Selante, aponta os materiais e as diretrizes de aplicação de capa selante em pavimentos.

Taxas	Tratamentos superficiais recém construídos	Misturas asfálticas densas, desgastadas superficialmente e moderadamente trincadas	Misturas asfálticas a frio abertas ou semi densas	Misturas asfálticas, muito desgastadas superficialmente e moderadamente trincadas
Agregado miúdo	2 a 4 kg/m ²	2 a 3 kg/m ²	3 a 5 kg/m ²	4 a 6 kg/m ²
RR-2C, pura	0,5 l/m ²	-	0,8 l/m ²	-
RR-2C, diluída em água para aplicação	1,0 l/m ²	-	1,0 l/m ²	-
RR com polímero	-	0,6 a 0,7 l/m ²	0,7 l/m ²	0,8 a 1,0 l/m ²

32

CAPA SELANTE

Foto capa selante Brasquímica

35

CAPA SELANTE

Processo construtivo semelhante ao tratamento superficial

Resumidamente, capa selante por penetração: consiste na selagem de um revestimento asfáltico por espalhamento de ligante betuminoso. Espessura acabada: até 5 mm, aproximadamente. Frequentemente usada como última camada em tratamento superficial múltiplo.

Quando não usada cobertura de agregado miúdo, usa-se também o termo "pintura de impermeabilização" ou *fog seal*;

33

LAMA ASFÁLTICA

36

LAMA ASFÁLTICA**DNER – ES 314/97 – Pavimentação – Lama asfáltica**

Por definição Lama Asfáltica é a associação de agregado mineral, material de enchimento (Filer), emulsão asfáltica e água, com consistência fluida, uniformemente espalhada sobre a superfície previamente preparada.

Diferentemente do tipos de revestimentos: tratamentos superficiais, capa selante, microrrevestimento, tratamento anti-pó e SAM, que podem ser caracterizados por um processo construtivo, a lama asfáltica é um produto que deve ser preparado para ser aplicado.

A lama asfáltica tem sido empregada como selamento, impermeabilização e rejuvenescimento de pavimentos. Pode ser produzida em usina ou manualmente, nesse caso em betoneiras que após a misturação é derramada diretamente sobre a pista

37

LAMA ASFÁLTICA

A norma do DNER-ES 314/94 - apresenta 4 faixas granulométrias, mistura seca/m², espessuras, % de água para consistência adequada e massa de ligante asfáltico/m²

Peças ASTM mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III	Faixa IV	Tolerâncias da Faixa de Projeto
3/8" (9,5)	-	-	100	100	-
N°4 (4,8)	100	100	90-100	70-90	± 5%
N°8 (2,4)	80-100	90-100	65-90	45-70	± 5%
N°16 (1,2)	-	65-90	45-70	28-50	± 5%
N°30 (0,6)	30-60	40-65	30-50	19-34	± 5%
N°50 (0,3)	20-45	25-42	18-30	12-25	± 4%
N°100 (0,15)	10-25	15-30	10-21	7-18	± 3%
N°200 (0,075)	5-15	10-20	5-15	5-15	± 2%
Mistura seca, kg/m ²	4-6	2-5	5-8	8-13	-
Espessura, mm	3-4	2-3	4-6	6-9	-
% em relação ao peso da mistura seca					
Água	10-20	10-20	10-15	10-15	-
Ligante residual	8-13	10-16	7,5-13,5	6,5-12	-

40

LAMA ASFÁLTICA

Materiais:

- Emulsões asfálticas aniônicas de ruptura lenta, tipos: LA – 1 e LA – 2;
- Emulsões asfálticas catiônicas de ruptura lenta, tipos LA – 1C, LA – 2C e RL – 1C;
- Emulsões asfálticas especiais LA – E
- Asfaltos modificados emulsionados, quando indicados em projeto
- Aditivos para retardar ou acelerar a ruptura da emulsão da lama asfáltica
- Água limpa e isenta de óleos, matéria orgânica ou substâncias prejudiciais à ruptura (água para promover consistência adequada à Lama Asfáltica)
- Areia, agregado miúdo, pó de pedra e filer

38

LAMA ASFÁLTICA

Quando a lama asfáltica foi escolhida para aplicação como camada de rolamento, o revestimento acabado deverá apresentar VDR, Valor de Resistência a Derrapagem, superior a 55, medido com o auxílio de pendulo Britânico SRT (Método HD 15/87 e HD 36/87 *British Standard*) ou outros similares.

O projeto da mistura deverá ser verificado através de trecho experimental com extensão da ordem de 100 m.

41

LAMA ASFÁLTICA**Dosagem**

A dosagem adequada da Lama Asfáltica será realizada com base nos ensaios recomendados pela ISSA – International Slurry Surfacing association:

- ISSA – TB 100 – *Wet Track Abrasion Test* - perda máxima para 1 h – 800 g/m² - **WTAT** – ABNT 14746:2014 - Microrrevestimentos a frio e lama asfáltica — Determinação de perda por abrasão úmida (WTAT)
- ISSA – TB 109 *Loaded Wheel Tester e Sand Adhesion* – máximo – 538 g/m² - **LWT** – ABNT 14841:2015 - Misturas asfálticas - Determinação da adesão de areia em Microrrevestimentos asfálticos a frio por meio da máquina LWT
- ISSA – TB – 114 – *Wet Stripping Test* – mínimo – 90% - **WST**

Ajustes de dosagem dos componentes da Lama Asfáltica deverão ser feitos nas condições de campo, antes do início do serviço.

39

LAMA ASFÁLTICA**Execução:**

A Lama Asfáltica deve ser espalhada com velocidade uniforme, a mais reduzida possível. Em condições normais, a operação se processa com bastante simplicidade. A maior preocupação será a de observar a consistência da massa, abrindo ou fechando a alimentação de d'água, de modo a obter uma consistência uniforme e manter a caixa distribuidora uniformemente carregada de massa.

42

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

LAMA ASFÁLTICA

Execução:

As possíveis falhas de execução, tais como escassez ou excesso de massa, irregularidade na emenda de faixas, etc., deverão ser corrigidas imediatamente após a execução.

Após as correções, a superfície áspera deixada será alisada com a passagem suave de qualquer tecido espesso, umedecido com a própria massa, ou emulsão. Os sacos de aniagem são muito adequados para o acabamento final destas correções.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

43

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

LAMA ASFÁLTICA

LWT



Corpo de prova do LWT

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

46

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

LAMA ASFÁLTICA

Duas a três horas após o espalhamento da Lama Asfáltica, com emulsão catiônica, a superfície tratada deverá ser liberada ao tráfego.

Com emulsões aniônicas, esse prazo poderá ser bastante prolongado, dependendo das condições de ruptura da emulsão.

É importante que a faixa trabalhada seja reaberta ao tráfego após a Lama Asfáltica ter adquirido consistência suficiente para resistir ao tráfego sem desagregar.

Em segmentos sem tráfego, recomenda-se emprego de rolos pneumáticos para melhorar a coesão da Lama Asfáltica

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

44

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

LAMA ASFÁLTICA



Figura 4.27 Ensaio de desgaste WTAT modificado para antiqú (Duque Neto et al., 2004)

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

47

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

LAMA ASFÁLTICA

WTAT



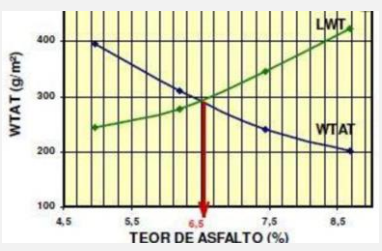

Disco do corpo de prova do LWTAT

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

45

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

LAMA ASFÁLTICA



Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

48

Lama asfáltica

Foto capa selante equipamento Romanelli

49

TRATAMENTO ANTI PÓ**Definição**

O tratamento anti pó compreende a execução de camada de material compactada sobre a superfície de estradas não pavimentadas, com a aplicação de emulsão derivada de xisto betuminoso recoberto por agregado miúdo, areia grossa ou pó de pedra, formando uma capa selante.

Esta camada de rolamento tem como principais finalidades impermeabilizar a base e evitar a geração de poeira e de lama.

A técnica deve ser utilizada somente para vias de baixo volume de tráfego.

52

TRATAMENTO ANTI PÓ

50

TRATAMENTO ANTI PÓ**Materiais**

- a) Ligante asfáltico devem ser empregada emulsão à derivada de xisto betuminoso, comumente denominada emulsão anti pó.
- b) Agregado deve constituir-se por areia ou pó de pedra e pedrisco britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas.

53

TRATAMENTO ANTI PÓ

O tratamento superficial primário, também denominado de tratamento para controle de poeira TAP (antipó), de estradas de terra ou de revestimento primário é uma alternativa de baixo custo para locais de baixíssimo volume de tráfego e é obtida por espalhamento de ligante de baixa viscosidade, com cobertura de agregado miúdo (DER-BA 023/00). Abeda (2001)

A norma ET-DE 000/017 de 2006 do Departamento de Estrada de Rodagem da Bahia - DER/BA ES-T-08/92 – Pavimentação – Tratamento Contra Pó. Salvador, 1992, define, especifica os materiais e procedimento de execução de camada anti pó.

51

TRATAMENTO ANTI PÓ**Execução – Condições gerais**

A superfície que irá receber o tratamento anti pó deve ser previamente regularizada, umedecida e compactada, de acordo com a especificação de preparo e melhoria do subleito.

A superfície deve se apresentar livre de materiais soltos e deve receber prévia liberação da fiscalização para aplicação da emulsão.

A declividade transversal da pista deve estar entre 3% a 5% para permitir o perfeito escoamento superficial. A aplicação do tratamento anti pó é recomendado para rodovias com baixo volume de tráfego, VDM \leq 250 e predominantemente de veículos leves.

A superfície a receber a camada do tratamento anti pó deve estar isenta de material solto e ter recebido prévia aprovação por parte da fiscalização.

54

TRATAMENTO ANTI PÓ**Aplicação da Emulsão**

- A primeira aplicação da emulsão deve ser aplicada de uma vez, em toda a largura da faixa a ser tratada, de modo uniforme
- Taxa de 1,0 l/m² a 1,5 l/m²; essa taxa deve ser ajustada na obra em função do tipo de solo do subleito, argiloso ou arenoso;
- Durante a aplicação devem ser corrigidas, imediatamente, as falhas decorrentes falta da emulsão.

55

TRATAMENTO ANTI PÓ

Preferencialmente, o tráfego de veículos deve ser liberado 24 horas após a conclusão dos serviços.



58

TRATAMENTO ANTI PÓ**Segunda aplicação da emulsão e distribuição de agregado**

- Após o período de penetração da emulsão e cura, que é de máximo 4 horas, deve ser aplicada a segunda pintura de emulsão, com taxas de 1,0 l/m² a 1,5 l/m², seguido da distribuição do agregado;
- A taxa de aplicação do agregado deve ser de 6 kg/m²;
- Após a aplicação do agregado miúdo, deve-se verificar cuidadosamente a homogeneidade de espalhamento, promovendo-se a correção das falhas eventuais, tanto de falta quanto de excesso de material; a aplicação do agregado deve ser executada com equipamento apropriado;
- Deve-se evitar o excesso de agregado miúdo durante a operação de espalhamento.

56

TRATAMENTO ANTI PÓ

59

TRATAMENTO ANTI PÓ**Compactação da camada**

- A compactação da camada deve-se proceder com a utilização exclusiva do rolo pneumático; - a compactação da camada deve ser executada no sentido longitudinal, iniciando no lado mais baixo da seção transversal e progredindo no sentido do lado mais alto; -
- O percurso ou passadas do equipamento utilizado deve distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade de faixa do percurso anterior;
- Deve-se aguardar o tempo de cura da emulsão na camada compactada durante 24 horas.

O acabamento final da camada deve estar em conformidade com o projeto, no que diz respeito ao alinhamento e declividade transversal.

57

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO

60

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO

Normas

DNIT 035/2018 - ES Pavimentação asfáltica –
Microrrevestimento asfáltico – Especificação de serviço

DER-SP ET-DE-P00/022 - Microrrevestimento Asfáltico a Frio. Emulsão Modificada por Polímero. Pavimentação.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

61

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO

Aplicação

Faixa I – Rodovias de média intensidade de tráfego e aeroportos

Faixa II – Rodovias de tráfego pesado – Trilhas de roda camada de texturização ou nivelamento

Faixa III – Rodovias de tráfego pesado. Trilha de roda, camada de texturização ou nivelamento. Normalmente executada em suas camadas

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

64

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO

Normas

Microrrevestimento asfáltico consiste na associação de agregados, material de enchimento (filler), emulsão asfáltica de ruptura controlada modificada por polímero elastomérico, água e aditivos, com consistência fluida, uniformemente espalhada sobre uma superfície previamente preparada.

Finalidade

O microrrevestimento asfáltico a frio pode ser empregado como camada de selagem inibidora de trincas, impermeabilização, rejuvenescimento ou como camada antiderrapante de pavimentos.

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

62

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO

Especificação dos limites de aceitação dos ensaios de projeto

Método	Resultado
NBR 14746 – Perda por abrasão úmida	Perda máxima por 1 hora / 538 g/m ²
NBR 14841- Determinação da adesão de areia	máximo 538 g/m ²
NBR 14757 - Adesividade	mínimo 90% coberto
NBR 14798 Coesão úmida	Mínimo 12 Kg.cm para 30 minutos Mínimo 20 Kg.cm para 60 minutos

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

65

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO

Composição granulométrica da mistura de agregados (ISSA A-143, 1990)

Nome	Peneiras	Percentagem passando, em peso			Tolerância de curva de projeto (%)
		Faixa I	Faixa II	Faixa III	
15	12,5	-	-	100	-
30	9,5	100	100	85 - 100	± 5
60	4,75	90 - 100	70 - 90	60 - 87	± 5
125	2,36	65 - 90	45 - 70	40 - 60	± 5
250	1,18	45 - 70	20 - 50	20 - 45	± 5
500	0,60	30 - 50	10 - 34	10 - 34	± 5
1000	0,30	18 - 30	12 - 25	14 - 25	± 5
2000	0,15	10 - 21	7 - 18	8 - 17	± 3
75	0,075	5 - 15	5 - 15	4 - 8	± 2
Asfalto residual I	% em peso do agregado	7,5 - 13,5	6,5 - 12,0	5,5 - 7,5	± 0,2
Filler	% em peso do agregado	0 - 3	0 - 3	0 - 3	-
Taxa de aplicação	Kg/m ²	5 - 11	8 - 16	15 - 30	-
Espessura (mm)	-	4 - 15	6 - 20	12 - 37	-

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

63

Fatec – Faculdade de Tecnologia de São Paulo Departamento de Transportes e Obras de Terra

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO

Pavimentação Prof. Dr. Edson de Moura

66

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO

Materiais:

- Devem ser empregadas emulsões asfálticas catiônicas de ruptura controlada modificadas por polímero do tipo SBS, estireno-butadieno-estireno.
- As emulsões modificadas por SBS devem atender ao especificado nos anexos C ou à especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.
- Os agregados, pó de pedra, ou a mistura de ambos provenientes da britagem de rochas, devem apresentar partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas.

67

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO**Aplicação da Mistura**

O caminhão-usina é colocado em posição perfeitamente centrada, em relação à meia pista.

De acordo com o traço projetado e aprovado, e com as tabelas de calibração, abrem-se todas as comportas de alimentação dos agregados, emulsão asfáltica, água e filler, se requerido, iniciando o funcionamento do pugmill, até produzir quantidade de mistura suficiente à alimentação de toda a área interna da caixa distribuidora.

70

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO

Semelhante a lama asfáltica é um material que é produzido e posteriormente aplicado espalhado na pista, entretanto, a produção é feita em um caminhão misturador (usina móvel) que após a mistura aplica imediatamente.

68

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO**Aplicação da Mistura**

Com velocidade uniforme, a mais reduzida possível, é dada a partida do "caminhão-usina" e iniciada a aplicação da mistura.

Em condições normais, a operação se processa com bastante simplicidade.

A maior preocupação requerida consiste em observar a consistência da mistura, abrindo ou fechando a alimentação da água, de modo a obter uma consistência homogênea e manter a caixa distribuidora uniformemente carregada de mistura.

71

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO**Usina Móvel**

- silo para agregado miúdo;
- depósitos separados para água, emulsão asfáltica elastomérica e aditivos;
- depósito para material de enchimento (filler), com alimentador automático;
- sistema de circulação e alimentação do ligante asfáltico, interligado por acoplagem direta ou não, com sistema de alimentação do agregado miúdo, de modo a assegurar perfeito controle de traço;
- sistema misturador capaz de processar uma mistura uniforme e de despejar a massa diretamente sobre a pista, em operação contínua, sem processo de segregação;
- chassi - todo o conjunto descrito nas alíneas anteriores deve ser montado sobre um chassi móvel autopropulsado, ou atrelado a um cavalo mecânico, ou trator de pneus;
- caixa distribuidora - esta peça se apoia diretamente sobre o pavimento atrelada ao chassi. Deve ser montada sobre borracha, ter largura regulável para 3,50 m (meia pista) e ser suficientemente pesada, para garantir uniformidade de distribuição e bom acabamento.

69

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO**Aplicação da Mistura**

As possíveis falhas de execução, tais como: escassez ou excesso de mistura e irregularidade na emenda de faixas; devem ser corrigidas imediatamente após a execução.

A escassez é corrigida com adição de mistura e, os excessos com a retirada por meio de rolos de madeira ou de borracha.

Após estas correções, a superfície áspera deixada é alisada com a passagem suave de qualquer tecido espesso, umedecido com a própria mistura ou com emulsão.

72

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO**Abertura ao Tráfego**

O tráfego somente é liberado após a conformação final da superfície e, quando o microrrevestimento apresentar coesão suficiente para evitar arrancamento superficial de agregados.

O tempo médio necessário para liberação ao tráfego é de uma hora e trinta minutos. O tráfego liberado deve ter controle de operação por um período mínimo de 24 horas.

73



Regis Bittencourt BR 116



Viapaulista SP 255

Fotos Garcia Monteiro

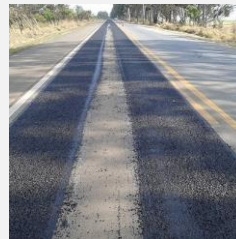
76

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO**Procedimentos de obra**

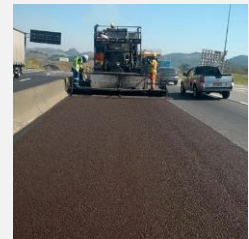
Após o espalhamento do microrrevestimento asfáltico e dada a ruptura da emulsão, normalmente, procede-se com a passagem do rolo pneumático, para que os agregados possam ser melhor envolvidos pelo filme de ligante asfáltico (emulsão).

Trata-se de uma prática realizada em obra que não é especificada em nenhuma das duas normas (DNIT e DER-SP)

74



MGO BR 050



Dutra RJ - BR 116

Fotos Garcia Monteiro

77



CRT - DIURNO



CRT - NOTURNO

Fotos Garcia Monteiro

75



Al Almeida eng. de infraestrutura em Goiás



78

Obrigado pela TENSÃO!