TÍTULO

TRATAMENTO SUPERFICIAL COM LAMA ASFÁLTICA

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Lama. Asfáltica.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. **DER/PR ES-P 24/05**. Lama Asfáltica. Curitiba, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 150/2010 - ES** - **Pavimentação** – Lama asfáltica - Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, 2010.

MINUTA

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

ÍNDICE

1 OBJETIVO 4
2 DEFINIÇÃO 4
3 MATERIAIS 4
3.1 Ligante Asfáltico 4
3.2 Aditivos 4
3.3 Agregados 5
3.4 Material de Enchimento – Fíler 5
3.5 Água 5
3.6 Composição da Mistura 5
4 EQUIPAMENTO 7
5 EXECUÇÃO 8
5.1 Condições Preliminares 8
5.2 Preparo da Superfície 8
5.3 Aplicação da Lama Asfáltica 8
5.4 Compactação 9
5.5 Abertura ao Tráfego 9
6 CONTROLE 9
6.1 Controle dos Materiais 9
6.2 Controle da Execução 10
6.3 Controle Geométrico e de Acabamento 10
6.4 Condições de Segurança 11
7 ACEITAÇÃO 11
7.1 Materiais 11
7.2 Taxa de Aplicação da Mistura 11
7.3 Execução 11
7.4 Geometria 12
7.5 Condições de Segurança 12
8 CONTROLE AMBIENTAL 12
8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais 12
8.2 Emulsão Asfáltica 13
8.3 Execução 13
9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO 14

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 14
ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE 17
ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO 20
ANEXO C – EMULSÕES PARA LAMA ASFÁLTICA 22

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a execução, aceitação e medição dos serviços de tratamento superficial com lama asfáltica em obras rodoviárias, sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

Lama asfáltica é a mistura resultante da associação, em consistência fluída, de agregados ou misturas de agregados miúdos minerais, material de enchimento, fíler, água e emulsão asfáltica. A consistência da lama asfáltica e a graduação dos agregados empregados permitem que a mistura seja aplicada em espessuras bastante delgadas.

O serviço tem especial aplicação no rejuvenescimento, impermeabilização, selagem e conservação dos pavimentos asfálticos.

3 MATERIAIS

Os materiais constituintes do tratamento superficial com lama asfáltica são os agregados minerais e emulsões asfálticas, os quais devem satisfazer às normas pertinentes e às especificações aprovadas pelo DER/SP.

3.1 Ligante Asfáltico

No tratamento superficial com lama asfáltica podem ser aplicados os seguintes ligantes asfálticos:

a) emulsão catiônica de ruptura lenta, tipos LA-1C, e RL-1C; emulsão catiônica de ruptura controlada, tipo LARC;
b) emulsão asfáltica neutra para lama asfáltica, tipo LAN;
c) emulsão de asfaltos modificados emulsionados, quando indicados em projeto.

As emulsões para lama asfáltica devem atender ao especificado no anexo C, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

Todo o carregamento de material asfáltico que chegar à obra deve apresentar por parte do fabricante ou distribuidor o certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, correspondente à data de fabricação, ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar 10 dias.

Deve trazer também indicação clara da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.

3.2 Aditivos

Podem ser empregados aditivos para acelerar ou retardar a ruptura da emulsão na execução do tratamento superficial com lama asfáltica.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

3.3 Agregados

Os agregados miúdos constituem-se de: areia, pó de pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais devem ser resistentes, livre de torrões de argila e substâncias nocivas.

Deve-se empregar areia lavada, composta por partículas individuais resistentes, limpas, apresentado equivalente de areia igual ou superior 55%, conforme NBR 12052(1).

O pedrisco ou pó de pedra deve ser composto por produtos de britagem de rocha sã, que deve satisfazer as seguintes condições:

a) o material que deu origem ao agregado miúdo deve apresentar abrasão Los Angeles, conforme NBR 16974(2), igual ou inferior 50%;

b) a adesividade entre o agregado e o ligante asfáltico, determinada conforme NBR 12583(3) e NBR 12584(4), deve ser satisfatória; caso contrário, deve-se empregar melhorador de adesividade;

c) equivalente de areia, do agregado miúdo, determinado conforme NBR 12052(1), deve ser igual ou superior a 55%;

3.4 Material de Enchimento – Fíler

O material do enchimento deve ser de natureza mineral inerte finamente dividido, tais como: cimento Portland ou cal calcítica do tipo CH-1, conforme DNER EM 367(5). Durante aplicação, o fíler deve estar seco e isento de grumos. A granulometria a ser atendida deve obedecer aos limites estabelecidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Granulometria do Fíler

Peneira de Malha Quadrada		% em Massa, Passando
ASTM	mm	
n° 40	0,42	100
n° 80	0,18	95 – 100
n° 200	0,075	65 – 100

3.5 Água

A água utilizada deve ser limpa, isenta de matéria orgânica, óleos ou outras substâncias prejudiciais à ruptura da emulsão asfáltica. Deve ser empregada na quantidade necessária para obtenção de consistência adequada.

3.6 Composição da Mistura

A faixa granulométrica a ser empregada deve ser selecionada em função da utilização prevista para a lama asfáltica, conferindo especial atenção à seleção da granulometria para se obter rugosidade tal que assegure adequadas condições de segurança ao tráfego.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

a) a dosagem adequada da lama asfáltica deve ser realizada com base nos ensaios recomendados pela ISSA – *Internacional Slurry Surfacing Association*, e deve atender os limites especificados:

- ISSA-TB 100[(6)], *Wet Track Abrasion Test*, perda por abrasão em meio aquoso, perda máxima para 1 hora de 800 g/m²;
- ISSA-TB 109[(7)], *Loaded Whell Tester* e *Sand Adhesion*, excesso de asfalto por efeito de roda e adesão de areia, máximo de 538 g/m²;
- ISSA-TB 114[(8)], *Wet Stripping Test*, adesão por molhagem de mínimo 90%;
- ISSA-TB 139[(9)], *Wet Cohesion*, coesão por molhagem, 30 minutos mínimo 12 kg.cm, e 60 minutos mínimo 20 kg.cm.

b) a composição granulométrica da mistura deve satisfazer aos requisitos apresentados na Tabela 2;

c) a faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer à tolerância indicada para cada peneira na Tabela 2, porém, sempre respeitando os limites da faixa granulométrica adotada;

Tabela 2 – Faixas Granulométricas

Peneiras de Malha Quadrada		Faixas Granulométricas % em Massa Passando			Tolerâncias
ASTM	mm	I	II	III	
½”	12,5	-	-	100	
3/8”	9,5	-	100	85 – 100	± 5%
n° 4	4,8	100	85 – 100	60 – 87	± 5%
n° 8	2,4	80 – 100	65 – 90	40 – 60	± 5%
N° 16	1,2	50 – 90	45 – 75	28 – 45	± 5%
n° 30	0,6	30 – 60	30 – 50	19 – 34	± 5%
N° 50	0,3	20 – 45	18 – 30	14 – 25	± 5%
N° 100	0,15	10 – 25	10 – 21	8 – 17	± 3%
N° 200	0,074	5 – 15	5 – 15	4 – 8	± 2%
Teor de emulsão - ligante residual (% em peso do agregado seco)		14 – 20	12 - 16	8 -12	
Fíler (% em peso do agregado seco)		0 -2	0 – 2	0 – 2	
Taxa de aplicação de agregado (kg/m²)		2,0 – 8,0	8 – 13	16 - 25	
Água de molhagem (% em peso do agregado seco)		7 - 14	7 – 10	5 – 8	
Textura		Fina a Média	Grossa	Muito Grossa	
Consumo da mistura (l/m²)		4	9	12	± 10%

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

d) para se obter adequada consistência de lama, os agregados devem ficar perfeitamente envolvidos; a mistura, ao ser espalhada, não deve escorrer nem desagregar;

e) na dosagem, deve ser definido o tempo necessário para se atingir a coesão na mistura suficiente para liberação ao tráfego, coesão mínima de 20 kg.cm, que confere coesão necessária para evitar que haja arrancamento superficial dos agregados;

f) o traço deve ser fornecido em peso, considerando-se a mistura seca; devem ser fornecidas as porcentagens da água de mistura e da emulsão asfáltica.

4 EQUIPAMENTO

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo DER/SP.

Os equipamentos básicos necessários para execução do tratamento superficial com lama asfáltica compreendem as seguintes unidades:

a) depósito apropriado para a estocagem dos agregados;

b) tanques para armazenamento de emulsão asfáltica;

c) tanque de depósito para água ou caminhão tanque irrigador;

d) motobomba para transferência de água;

e) pá-carregadeira;

f) vassouras mecânicas, manuais ou compressor de ar;

g) caminhão basculante;

h) pás, enxadas, rodos de borracha etc.;

i) caminhão-usina de lama asfáltica, contendo:

- silo para agregado miúdo;
- silo de fíler com alimentador automático;
- tanque d’água munido de mangueira para aspersão d’água;
- tanque de emulsão asfáltica e tanque para aditivos;
- sistema de circulação e alimentação do ligante asfáltico, interligado por acoplagem direta ou não com sistema de alimentação do agregado miúdo, de modo assegurar perfeito controle de traço;
- sistema misturador *pug mill*, do tipo pás móveis e corpo fixo, capaz de processar uma mistura uniformemente e de despejá-la na caixa distribuidora em operação contínua, sem processo de segregação;
- caixa distribuidora, esta peça se apoia diretamente sobre o pavimento, atrelado ao chassi. Deve ser montada sobre borracha, ter largura regulável para meia pista, entre 3,30 m e 3,60 m, ser suficientemente pesada para garantir uniformidade de distribuição e ser munida de regulador de espessura.

Em obras de pequeno vulto, a mistura pode ser preparada manualmente, com a utilização de betoneiras, e espalhada por operários munidos de rodos de borracha e vassourões.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

5 EXECUÇÃO

5.1 Condições Preliminares

Não é permitida a execução dos serviços durante dias de chuva ou sob o risco de chuva

Os eventuais defeitos na camada subjacente, tais como: panelas, depressões, escorregamentos, fissuras, trincas etc.; devem ser necessariamente reparados antes da execução da camada de lama asfáltica.

Nenhum material asfáltico deve ser aplicado com temperatura ambiente inferior a 10 ºC.

Os serviços de locação devem ser executados pela executante e verificados pela fiscalização.

Quando o serviço for executado em rodovia com tráfego, são necessários o planejamento e a execução de um adequado sistema de sinalização, adaptados às condições de mobilidade do serviço.

Quando a armazenagem for por períodos longos, deve-se circular as emulsões, em geral uma vez por semana, evitando circulação e bombeamentos sucessivos.

Considerando os tipos de emulsões recomendadas, o tempo de operação e de ruptura da emulsão, e, na dependência das condições ambientais vigentes, o prazo mínimo de interrupção do tráfego na faixa trabalhada deve situar-se entre 1 e 4 horas para emulsões catiônicas e 5 e 10 horas para emulsões aniônicas.

Antes do início dos serviços é obrigatória, às expensas do contratado, a execução de trecho experimental. Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta especificação, pela fiscalização, a aplicação da lama asfáltica pode ser iniciada.

5.2 Preparo da Superfície

Deve ser eliminada todas as partículas de pó, lamelas, material solto e tudo que possa prejudicar a boa ligação da pista a revestir com a lama asfáltica.

A extensão mínima recomendada para a faixa a ser trabalhada é de 300 m. Esta faixa deve ser limpa previamente ao início dos serviços, com emprego de vassouras mecânicas ou jato de ar comprimido.

Concluídas as tarefas de sinalização e limpeza da faixa de trabalho, a pista deve receber a aplicação de pintura auxiliar de ligação.

5.3 Aplicação da Lama Asfáltica

Além do operador do equipamento, em cada lado da caixa deve estar posicionado um trabalhador, munido de rodo de borracha, para conferir uniformidade de distribuição na caixa.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Com velocidade uniforme, a mais reduzida possível, deve ser dada a partida do veículo e iniciada a operação. Em condições normais, a operação se processa com bastante simplicidade. A maior preocupação requerida consiste em, da parte do operador, observar a consistência da massa, abrindo ou fechando a alimentação de água, de modo a se obter uma consistência uniforme; da parte dos dois operários auxiliares, manter a caixa distribuidora uniformemente carregada de massa;

Quaisquer defeitos resultantes de má distribuição, tais como: escassez, excesso, irregularidades na emenda de faixas etc.; devem ser imediatamente corrigidos, manualmente, com adição de massa ou retirada e conformação por meio de rodos de madeira ou de borracha;

Após estas correções, a superfície áspera deixada deve ser alisada, com a passagem suave de qualquer tecido espesso, umedecido com a própria massa ou emulsão. Recomenda-se o uso de sacos de aniagem para o acabamento final dessas correções, após o rompimento da emulsão.

5.4 Compactação

Em segmentos sem tráfego, recomenda-se o emprego de rolos pneumáticos para melhorar a coesão da lama asfáltica.

5.5 Abertura ao Tráfego

A abertura ao tráfego somente pode ser realizada quando a lama asfáltica adquirir coesão suficiente para evitar o arrancamento superficial dos agregados, tempo este definido na dosagem da mistura.

Com emprego de emulsão asfáltica RL, o tempo mínimo necessário para liberação ao tráfego é de quatro horas. Para a utilização de emulsão asfáltica LARC, o tempo mínimo é de uma hora e trinta minutos.

O tráfego liberado deve ter controle de operação por um período mínimo de 24 horas.

6 CONTROLE

6.1 Controle dos Materiais

6.1.1 Emulsão Asfáltica

Para todo carregamento que chegar à obra, devem ser realizados:

a) um ensaio de viscosidade de *Saybolt Furol* a 25 °C, conforme NBR 14491[(10)];
b) um ensaio de resíduo por destilação conforme NBR 6568[(11)];
c) um ensaio de peneiração, conforme NBR 14393[(12)];
d) um ensaio de carga da partícula, conforme NBR 6567[(13)].

Para cada 100 t, deve ser efetuado um ensaio de sedimentação, conforme NBR 6570[(14)].

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

6.1.2 Agregados

A areia, o pó de pedra e o pedrisco devem ser controlados individualmente por ocasião de seu recebimento, na área de estocagem. Devem ser realizados os seguintes ensaios:

a) equivalente de areia, conforme NBR 12052[(1)]: 1 ensaio por jornada de 8 horas de trabalho;

b) adesividade, conforme NBR 12583[(3)] e NBR 12584[(4)]: na ocasião do estudo de seleção dos agregados e sempre que forem observadas, visualmente, alterações nas características dos agregados;

c) abrasão Los Angeles, conforme NBR 16974[(2)]: 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra, em fragmentos da rocha que deu origem ao pó de pedra e ao pedrisco, e sempre que forem constatadas, por observação visual, alterações na bancada de pedreira;

6.2 Controle da Execução

6.2.1 Características da Mistura

a) deve ser executado um ensaio determinação de perda por abrasão úmida, conforme NBR 14746[(15)], a cada 600 m de pista, com amostras coletadas na caixa distribuidora;

b) deve-se determinar o teor de ligante asfáltico, preferencialmente conforme o método de ensaio DER/SP ME-DE-P00-011[(16)] ou NBR 16208[(17)], em duas amostras coletadas durante a jornada de 8 horas trabalho, com intervalo de 4 horas entre elas;

c) a mistura de agregado obtida após extração do asfalto deve ser submetida a ensaios de granulometria, conforme NBR 17054 [(18)], à razão de dois ensaios por jornada de 8hs de trabalho;

d) determinar a taxa de aplicação da mistura mediante colocação de bandejas de peso e área conhecidos, na pista onde houver o espalhamento; obtém-se a quantidade da mistura espalhada por intermédio de pesagens, após a passagem do veículo distribuidor da mistura, uma determinação a cada 200m de extensão de meia pista;

e) se indicado a adição de fíler no projeto da mistura, deve-se realizar inspeção rigorosa da quantidade do fíler adicionado.

6.3 Controle Geométrico e de Acabamento

6.3.1 Controle de Largura

A largura da plataforma tratada deve ser determinada através de medidas de trena a cada 20 m.

6.3.2 Controle de Acabamento da Superfície

As condições de acabamento da superfície devem ser verificadas visualmente pela fiscalização.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

6.4 Condições de Segurança

As condições de segurança serão determinadas pela macro textura do revestimento asfáltico, conforme NBR 16504[19], através de ensaios de mancha de areia, espaçados a cada 200 m, por faixa de rolamento.

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais e de execução, estabelecidas nesta especificação e discriminadas a seguir:

7.1 Materiais

7.1.1 Emulsão Asfáltica

A emulsão asfáltica é aceita se os resultados individuais dos ensaios referidos no item 6.1.1 atenderem aos requisitos especificados no anexo C, ou a legislação que estiver em vigor na época de sua utilização.

7.1.2 Agregados

Os agregados são aceitos desde que:

a) a abrasão Los Angeles dos fragmentos de rocha de originou os agregados miúdos for igual ou inferior a 50%;
b) o equivalente areia seja igual ou maior a 55%.

7.2 Taxa de Aplicação da Mistura

A taxa de aplicação é aceita desde que os resultados da análise estatística, para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras através do controle bilateral, conforme anexo B, esteja compreendida no intervalo de ± 10% do valor fixado na Tabela 2.

7.3 Execução

7.3.1 Características da Mistura

A mistura é aceita desde que:

a) os valores de perda por abrasão úmida, ISSA-TB 100[6], analisados estatisticamente através da equação 3, conforme anexo B para no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, sejam inferiores a 800 g/m^2;
b) os valores de LWT (adesão de areia), conforme ISSA-TB 109[7], analisados estatisticamente através da equação 3, conforme anexo B para no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, sejam inferiores a 538 g/m^2;

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

c) os valores do teor de ligante residual da emulsão asfáltica, analisados estatisticamente, para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras através do controle bilateral, conforme anexo B, estejam compreendidos no intervalo de ± 0,3% do valor fixado na dosagem;

d) os resultados da granulometria da mistura, analisados estatisticamente, para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras através do controle bilateral, conforme anexo B apresentem-se dentro da faixa de trabalho da mistura.

7.4 Geometria

Os serviços executados são aceitos, quanto à geometria, desde que a largura da plataforma não apresente valores inferiores aos previstos em projeto, permitindo-se a tolerância de + 5 cm.

O acabamento da superfície deve ser aceito desde seja considerado satisfatório pela fiscalização e a superfície não apresentar locais com segregação de material.

7.5 Condições de Segurança

A altura da areia determinada no ensaio de mancha de areia deve atender ao valor indicado no projeto executivo de pavimentação.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução do tratamento superficial com lama asfáltica.

8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais

Os seguintes procedimentos devem ser tomados na exploração das ocorrências de materiais:

a) para as áreas de apoio necessárias à execução dos serviços devem ser observadas as normas ambientais vigentes no DER/SP;

b) o material somente será aceito após a empresa executante apresentar a licença ambiental de operação do areal;

c) não é permitida a exploração de areal em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;

d) deve-se planejar adequadamente a exploração dos materiais, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e facilitar a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias;

e) caso seja necessário promover o corte de árvores, para instalação das atividades, deve ser obtida autorização dos órgãos ambientais competentes; os serviços devem ser executados em concordância com os critérios estipulados pelos órgãos ambientais constante nos documentos de autorização. Em hipótese alguma, será admitida a queima de vegetação ou mesmo dos resíduos do corte: troncos e arvores.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

f) caso a areia seja fornecida por terceiros, deve-se exigir documentação que ateste a regularidade das instalações, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente.

8.2 Emulsão Asfáltica

A estocagem da emulsão asfáltica deve-se feita em local pré-estabelecido e controlado. Caso seja necessário a instalação de canteiro de obras, este deve ser cadastrado conforme a legislação vigente.

a) os locais de estocagem e estacionamento devem ser afastados de cursos d'água, de vegetação nativa ou de áreas ocupadas;

b) no local de estacionamento e manutenção dos caminhões tanques ou espargidores devem ser instalados dispositivos para retenção de pequenos vazamentos; quando for necessário o estacionamento dos espargidores fora da área destinada, os caminhões deverão possuir algum dispositivo de retenção de vazamento acoplado ao espargidor, ou mesmo móvel que possa ser disposto sob os bicos;

c) os tanques de emulsão deverão ser instalados dentro de tanques periféricos, para retenção do produto em casos de vazamentos, quando for necessário,

d) a área de estocagem, estacionamento, manutenção dos equipamentos e dos veículos devem ser recuperadas ambientalmente, quando da desmobilização das atividades.

8.3 Execução

Durante a execução devem ser observados os seguintes procedimentos

a) devem ser implantadas a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;

b) executar os serviços preferencialmente em dias secos, de modo a evitar o arraste da emulsão ou cimento asfáltico pelas águas da chuva para cursos de água;

c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro delas de acordo com a legislação vigente;

d) deve ser proibido o tráfego os equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;

e) os resíduos dos produtos utilizados, devem ser acumulados em locais pré-definidos e livres de restrições ambientais, no encerramento das atividades do dia, devem ser removidos, em recipientes apropriados para canteiro de obras;

f) é proibido a deposição irregular de sobras de materiais utilizado na base e sub-base de macadame betuminoso junto ao sistema de drenagem lateral, evitando assim os assoreamentos e soterramento da vegetação;

g) é obrigatório do uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço deve ser medido em metro quadrado de camada acabada; a área deve ser calculada multiplicando-se a extensão obtida a partir do estaqueamento da estrada pela largura da seção transversal de projeto.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme preço unitário contratual respectivo, no qual estão incluídos: materiais, transporte e armazenamento da emulsão asfáltica, areia, pedrisco e pó de pedra, transporte dos materiais até os locais de aplicação, descarga, espalhamento, compactação e acabamento; abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI e equipamentos necessários aos serviços, executados de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

DESIGNAÇÃO	UNIDADE
23.06.06.01 – Tratamento superficial com lama asfáltica faixa I	m²
23.06.06.02 – Tratamento superficial com lama asfáltica faixa II	m²
23.06.06.03 – Tratamento superficial com lama asfáltica faixa III	m²

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12052**. Solo ou agregado miúdo - Determinação do equivalente de areia – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1992.

2 ____ **NBR 16974**. Agregado graúdo – Ensaio de Abrasão Los Angeles. Rio de Janeiro, 2022.

3 ____ **NBR 12583**. Agregado graúdo – Determinação da adesividade ao ligante betuminoso. Rio de Janeiro, 2017.

4 ____ **NBR 12584**. Agregado miúdo – Verificação da adesividade ao ligante betuminoso. Rio de Janeiro, 2017.

5 DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER EM 367**. Material de enchimento para misturas betuminosas. Rio de Janeiro, 1997.

6 INTERNATIONAL SLURRY SURFACING ASSOCIATION. **ISSA-TB 100/ 2020.** Wet Track Abrasion Test – WTAT.

7 ____ **ISSA-TB 109/ 2018.** Loaded Wheel Tester – LWT.

8 ____ **ISSA-TB 114/2017.** Wet Stripping Test – WST.

9 ____**ISSA-TB 139/2017.** Wet Cohesion, minimum

10 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.**NBR 14491**. Emulsões asfálticas – Determinação da viscosidade de Saybolt Furol. Rio de Janeiro, 2007.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

11 ____ **NBR 6568**. Emulsões asfálticas – Determinação do resíduo de destilação. Rio de Janeiro, 2005.

12 ____ **NBR 14393.** Emulsões asfálticas – Determinação da peneiração. Rio de Janeiro 2012.

13 ____ **NBR 6567.** Ligantes asfálticos **-** Emulsões asfálticas – Determinação da carga de partícula. Rio de Janeiro 2015.

14 ____ **NBR 6570**. Ligantes asfálticos – Determinação da sedimentação e estabilidade à estocagem de emulsões asfálticas. Rio de Janeiro 2016.

15 ____ **NBR 14746.** Microrrevestimento a frio e lama asfáltica – Determinação de perda por abrasão úmida (WTAT). Rio de Janeiro, 2014.

16 DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. **ME-DE-P00-011**. Determinação do teor de asfalto por meio do forno NCAT (Ignition Method). São Paulo, 2021.

17 **____. NBR 14376 -** Ligantes asfálticos - Determinação do teor do resíduo seco de emulsões asfálticas convencionais ou modificadas - Métodos expeditos. Rio de Janeiro 2019.

18 ____**NBR 17054**. Agregados – Determinação da composição granulométrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2022.

19 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16504**. Misturas asfálticas - Determinação da profundidade média da macrotextura superficial de pavimentos asfálticos por volumetria - Método da mancha de areia. Rio de Janeiro, 2016.

20 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.**NBR 6297**. Emulsão asfáltica de ruptura lenta. - Determinação da ruptura – Método da mistura com cimento. Rio de Janeiro, 2012.

21 ____. **NBR 6302**. Emulsões asfálticas – Determinação da ruptura – Método de mistura com fíler silícico. Rio de Janeiro 2008.

22 ____. **NBR 6576**. Materiais asfálticos – Determinação da penetração. Rio de Janeiro, 2007.

23 ____. **NBR 14855**. Ligantes asfálticos - Determinação da solubilidade em tricloroetileno. Rio de Janeiro, 2015.

24 ____. **NBR 6293.** Ligantes asfálticos – Determinação da ductilidade. Rio de Janeiro, 2015.

25 ____. **NBR 14249**. Emulsão asfáltica catiônica - Determinação expedida da resistência à água (adesividade) sobre agregados graúdos. Rio de Janeiro, 2007.

26 **____. NBR 14757**. Microrrevestimentos e lamas asfálticas - Determinação da adesividade de misturas. Rio de Janeiro, 2017.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

27 **____. NBR 6299**. Emulsões asfálticas — Determinação do pH. Rio de Janeiro, 2012.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1.CONTROLE DOS MATERIAIS				
1.1 Emulsão Asfáltica				
Viscosidade de Saybolt Furol	NBR 14491(10)	1 ensaio para todo carregamento que chegar à obra	Resultados individuais	Atender ao especificado no anexo C, ou a legislação que estiver em vigor na época de sua utilização
Determinação do Resíduo	NBR 6568(11)			
Peneiração	NBR 14393(12)			
Carga da Partícula	NBR 6567(13)			
Sedimentação	NBR 6570(14)	1 ensaio para cada 100 t		
1.2 Agregado Graúdo e Miúdo				
Equivalente de Areia	NBR 12052(1)	1 ensaio por jornada de trabalho de 8 horas	Resultados individuais	≥ 55%
Adesividade agregado-ligante	NBR 12583(3) NBR 12584(4)	1 ensaio na ocasião do estudo de seleção dos agregados e sempre que houver variação da natureza do material		Adesividade satisfatória, Adesividade insatisfatória empregar melhorador
Abrasão Los Angeles	NBR 16974(2)	1 ensaio no início da utilização do agregado, em fragmentos da rocha que deu origem ao pó de pedra e ao pedrisco e sempre que houver variação da natureza do material		≤ 50%
2. CONTROLE DA EXECUÇÃO				
2.1 Lama Asfáltica				
Perda por abrasão úmida	NBR 14746(15)	1 ensaio a cada 600m de pista, coletado na distribuidora	Controle pelo limite superior $X = \bar{X} + KS \leq LSE$	Perda máxima para 1 hora ≤ 538 g/m²

/continua

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

/conclusão

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
Teor de emulsão asfáltica, ligante residual	ME-DE-P00/011[16]	2 ensaios por jornada de 8 horas trabalho em amostras coletada na pista	Controle Bilateral $X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \geq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	± 0,3% da taxa de projeto
Granulometria da mistura	NBR 17054 [18]	2 ensaios com a amostra após a extração da emulsão asfáltica por jornada de 8 horas trabalho	Controle Bilateral $X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \geq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Aceita, quando as variações (LIE e LSE) estiverem compreendidas entre os limites da faixa de trabalho da mistura
Taxa de aplicação	Pesagens de bandejas	Uma determinação a cada 200m de meia pista		Faixa I: 3,6 a 4,4 l/m² Faixa II: 8,1 a 9,9 l/m² Faixa III: 10,8 a 13,2 l/m²
3. CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO e CONDIÇÕES DE SEGURANÇA				
Largura da plataforma	Medidas de trena	A cada 20 m	Resultados individuais	Não se admite valore inferiores aos previstos em projeto e a tolerância máxima admitida é de + 5 cm
Determinar a macrotextura, para camadas de rolamento, através do ensaio de macha de areia	NBR 16504[19]	Uma determinação a cada 100 m	Resultados individuais	Altura da areia conforme indicado em projeto.
A verificação do acabamento da superfície da camada deve ser feita também em bases visuais e será aceita se desde que seja considerada satisfatória pela fiscalização e não apresente locais com segregação de materiais.				

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\overline{X}$)	$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	Onde: **X_i** = valor individual da amostra; **N** = nº de determinações efetuadas; **K =** coeficiente unilateral tabelado em função do número de amostras; **K_1 =** coeficiente bilateral tabelado em função do número de determinações; **LSE** = limite superior especificado; **LIE** = limite inferior especificado.
2 – Desvio-padrão da amostra (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum(\overline{X} - X_i)^2}{N-1}}$	
Controle Unilateral		
3 – Controle pelo limite inferior 4- Controle pelo limite superior	$X = \overline{X} - KS \geq LIE$ Ou $X = \overline{X} + KS \leq LSE$	
Controle Bilateral		
5 – Controle pelo limite inferior e superior	$X = \overline{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \overline{X} + K_1 S \geq LSE$	

Tabela B-2 – Valores K – Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	**10**	0,77	1,12	**25**	0,67	1,00
5	0,89	1,27	**12**	0,75	1,09	**30**	0,66	0,99
6	0,85	1,22	**14**	0,73	1,07	**40**	0,64	0,97
7	0,82	1,19	**16**	0,71	1,05	**50**	0,63	0,96
8	0,80	1,16	**18**	0,70	1,04	**100**	0,60	0,92
9	0,78	1,14	**20**	0,69	1,03	**∞**	0,52	0,84

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

ANEXO C – EMULSÕES PARA LAMA ASFÁLTICA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE				Método de Ensaio
		Ruptura Lenta			Ruptura Controlada	ABNT NBR
		RL-1C	LA-1C	LAN	LARC	
Ensaio para a emulsão						
Viscosidade Saybolt Furol a 25 ºC, máx.	s	90	90	90	90	NBR 14491(10)
Sedimentação, máx.	% m/m	5	5	5	5	NBR 6570(14)
Peneiração (0,84 mm), máx.	% m/m	0,1	0,1	0,1	0,1	NBR 14393(12)
Resistência à água (cobertura), mín.	%	80	-	-	-	NBR 14249(25)
Adesividade em agregado miúdo, mín.	%	-	75	-	75	NBR 14757(26)
Carga da partícula	-	positiva	positiva	neutra	positiva	NBR 6567(13)
pH, máx.	-	6,5	-	6,5	6,5	NBR 6299(27)
Destilação						
Resíduo seco, mín.	% m/m	60	60	60	60	NBR 14376(17)
Mistura com fíler silício	%	máx. 2,0	1,2 a 2,0	-	mín. 2,0	NBR 6302(21)
Mistura com cimento	%	máx. 2,0	máx. 2,0	-	mín. 2,0	NBR 6297(20)
Ensaio para o resíduo da emulsão obtido pela NBR 14896						
Penetração a 25 ºC (100g e 5s)	mm	4,0 a 15,0	4,0 a 15,0	4,0 a 15,0	4,0 a 15,0	NBR 6576(22)
Teor de betume, mín.	%	97	97	97	97	NBR 14855(23)
Ductilidade a 25 ºC, mín.	cm	40	40	40	40	NBR 6293(24)

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.