TÍTULO

MICRORREVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Microrrevestimento Asfáltico a Frio. Emulsão Modificada por Polímero. Pavimentação.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INDRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT ES-035/2018**. Pavimentação asfáltica - Microrrevestimento asfáltico – Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14948**. Microrrevestimentos asfálticos a frio modificados por polímero – Materiais, execução e desempenho. Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ. **DER/PR ES-P 30/05**. Pavimentação: Micro revestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímeros elastoméricos. Curitiba, 2017.

INTERNATIONAL SLURRY SURFACING ASSOCIATION. **ISSA A 143**. Recommended Performance Guidelines for Micro-Surfacing. Annapolis, 2005.

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 Agregados 4
3.3 Material de Enchimento – Filer 5
3.4 Aditivos 5
3.5 Água 5
3.6 Composição da Mistura 5
4 EQUIPAMENTOS 7
4.1 Equipamento de Limpeza 7
4.2 Equipamento para Transporte e Estocagem de Material 7
4.3 Ferramentas e Equipamentos Acessórios 7
4.4 Usina Móvel 7
5 EXECUÇÃO 8
5.1 Condições Gerais 8
5.2 Preparo da Superfície 8
5.3 Aplicação da Mistura 8
5.4 Abertura ao Tráfego 9
6 CONTROLE 9
6.1 Controle dos Materiais 9
6.2 Controle da Aplicação e Destinação 10
6.3 Controle Geométrico e de Acabamento 11
6.4 Condições de Segurança 11
7 ACEITAÇÃO 11
7.1 Materiais 11
7.2 Execução 12
8 CONTROLE AMBIENTAL 13
8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais 13
8.2 Emulsão Asfáltica, Agregados – Estocagem 13
8.3 Execução 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.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO 14

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 15

ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE 18

ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO 22

ANEXO C – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS MODIFICADAS POR POLÍMERO ELASTOMÉRICO 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.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam os processos de produção, execução, aceitação e medição dos serviços de microrrevestimento asfáltico a frio em obras rodoviárias sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

Microrrevestimento asfáltico a frio é uma mistura composta de agregado mineral, material de enchimento, fíler, emulsão asfáltica modificada por polímero, água e aditivos se necessários, com consistência fluida, uniformemente espalhada sobre uma superfície previamente preparada. O microrrevestimento asfáltico a frio pode ser empregado como camada de selagem inibidora de trincas, impermeabilização, rejuvenescimento ou como camada antiderrapante de pavimentos.

3 MATERIAIS

Os materiais constituintes do microrrevestimento asfáltico a frio são: agregado miúdo, material de enchimento, fíler, emulsão asfáltica modificada por polímero elastomérico, água e aditivos, se necessários. Devem satisfazer às normas pertinentes e às especificações aprovadas pelo DER/SP.

3.1 Ligante Asfáltico

Devem ser empregadas emulsões asfálticas catiônicas de ruptura controlada modificadas por polímero elastomérico RC1C-E.

As emulsões modificadas por polímero devem atender ao especificado nos anexos C ou à especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

Todo o carregamento de ligante asfáltico modificado por polímero 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 carregamento, para transporte com destino ao canteiro de serviço. Deve trazer também indicação clara da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a fábrica e o canteiro de obra.

3.2 Agregados

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. Devem ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

a) o material que deu origem ao agregado miúdo deve apresentar:

- desgaste Los Angeles igual ou inferior a 40%, conforme NBR 16974[(1)];
- perda inferior a 12% quando submetido à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos, conforme DNER ME 089[(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.

b) o equivalente de areia do agregado miúdo, conforme NBR 12052[3], deve ser igual ou superior a 60%;

c) adsorção no azul de metileno, máximo 10 ml, conforme NBR 14949[4];

d) índice de forma superior a 0,5 conforme DNIT 425/2020 – ME[5].

3.3 Material de Enchimento – Fíler

O material de enchimento deve ser de natureza mineral finamente dividido, tal como: cimento Portland, cal extinta, pós calcários, cinzas volantes etc., conforme DNER EM 367[6]. Na 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

3.4 Aditivos

Podem ser empregados aditivos químicos para acelerar ou retardar a ruptura da emulsão na execução do microrrevestimento asfáltico a frio. Também pode ser empregado aditivo de reforço composto por fibras orgânicas (acrílicas, poliéster, polietileno, polipropileno) ou minerais (fibra de vidro).

3.5 Água

Deve ser limpa, isenta de matéria orgânica, óleos e outras substâncias prejudiciais à ruptura da emulsão asfáltica. Deve ser empregada na quantidade necessária para promover a consistência adequada da mistura.

3.6 Composição da Mistura

A composição da mistura deve satisfazer os requisitos apresentados na Tabela 2, com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria.

O projeto da dosagem de mistura deve atender aos seguintes requisitos:

a) o tamanho máximo do agregado da faixa adotada deve ser inferior a 2/3 da espessura da camada compactada;

b) a fração retida entre duas peneiras consecutivas, exceto as duas de maior malha de cada faixa, não deve ser inferior a 4% do total;

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

d) as taxas de aplicação de agregados e ligante asfáltico devem ser definidos no projeto de dosagem. Geralmente, o consumo necessário encontra-se nos intervalos estabelecidos na Tabela 2;

Tabela 2 – Composição das Misturas Asfálticas

Peneira de Malha Quadrada		Designação			Tolerâncias
		I	II	III	
ASTM	mm	% em Massa, Passando			
½”	12,5			100	-
3/8”	9,5	100	100	85 - 100	± 7%
Nº 4	4,75	90 - 100	70 - 90	60 - 87	± 5%
Nº 8	2,36	65 - 90	45 - 70	40 - 60	± 5%
Nº 16	1,18	45 - 70	28 - 50	28 - 45	± 5%
Nº 30	0,60	30 - 50	19 - 34	19 - 34	
Nº 50	0,30	18 - 30	12 – 25	14 - 25	± 3%
Nº 100	0,15	10 - 21	7 - 18	8 - 17	
Nº 200	0,075	5 - 15	5 - 15	4 - 8	± 2%
Asfalto residual, % em massa de agregado seco		6,5-9,5	6,0-8,5	5,0-8,0	
Fíler, % em massa de agregado seco		0-3	0-3	0-2	
Taxa de aplicação da mistura, kg/m²		6-11	8-16	15-30	
Espessura (mm)		4-15	6-20	10-30	

e) a dosagem adequada do microrrevestimento asfáltico a frio é realizada com base nos ensaios recomendados pela *ISSA - International Slurry Surfacing Association*, atendendo as características indicadas na Tabela 3;

f) 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, ou seja, que confere coesão necessária para evitar que haja arrancamento superficial de agregados.

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.

Tabela 3 – Requisitos para o Projeto de Mistura Asfáltica

Características	Método de Ensaio	Limites
Perda por abrasão úmida, WTAT, máximo	NBR 14746 (7)	500 g/m^2
Excesso de asfalto e adesão de areia pela máquina LWT, máximo	NBR 14841 (8)	538 g/m^2
Adesividade, mínimo	NBR 14757 (9)	90% de área recoberta
Coesão úmida, 30 minutos, mínimo	NBR 14758(10)	12 kg.cm
Coesão úmida, 60 minutos, mínimo		20 kg.cm
Tempo de mistura a (25 ± 1) ºC	NBR 14798(11)	120 s min
Compatibilidade (Schulze-Breuer and Ruck)	ISSA TB-144(12)	11 pontos min

4 EQUIPAMENTOS

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

O equipamento básico para a execução do microrrevestimento asfáltico a frio compreende as seguintes unidades:

4.1 Equipamento de Limpeza

Para limpeza da superfície podem ser utilizadas vassouras mecânicas, compressores de ar e caminhão-pipa.

4.2 Equipamento para Transporte e Estocagem de Material

O equipamento para transporte e estocagem de materiais compreende as seguintes unidades:

a) depósito apropriado para estocagem de agregados;
b) tanque para armazenamento de emulsão asfáltica;
c) tanque de depósito para água ou caminhão-pipa;
d) pá-carregadeira;
e) caminhão basculante.

4.3 Ferramentas e Equipamentos Acessórios

São utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos: pás, garfos e rodos de madeira ou de borracha, para operações eventuais.

4.4 Usina Móvel

O microrrevestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímero deve ser executado caminhão-usina, capaz de misturar e espalhar a mistura contendo:

a) depósitos separados para água, emulsão asfáltica modificada por polímero e aditivos;
b) silo para agregado miúdo;

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) depósito para material de enchimento, com alimentador automático;

d) 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 do traço;

e) sistema misturador capaz de processar uma mistura uniforme e de aplicá-la diretamente sobre a pista, em operação contínua, sem processo de segregação;

f) chassi: todo o conjunto descrito nos itens anteriores é montado sobre um chassi móvel, autopropelido ou atrelado a um cavalo mecânico, adequado à produção horária desejada;

g) caixa distribuidora: esta peça se apoia diretamente sobre o pavimento, atrelada ao chassi. Deve ser montada sobre borracha, ter largura regulável para meia pista, isto é, 3,30 m a 3,60 m, ser suficientemente pesada para garantir uniformidade de distribuição e ser munida de regulador de espessura.

5 EXECUÇÃO

5.1 Condições Gerais

Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva. Deve-se evitar a aplicação do microrrevestimento asfáltico a frio quando a temperatura ambiente for inferior a 10 ºC ou superior a 40 ºC. Sob estas condições, o projeto da mistura e a execução dos trabalhos devem ser reavaliados.

5.2 Preparo da Superfície

A superfície deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais. Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados previamente à aplicação da mistura.

A pintura de ligação geralmente não é necessária, mas deve ser exigida se a superfície a ser recoberta estiver extremamente desgastada ou fissurada, ou for de concreto de cimento Portland. A pintura deve estar curada antes da aplicação do microrrevestimento e deve constar no projeto.

A aplicação de microrrevestimento pode ser realizada em duas camadas quando especificada em projeto.

5.3 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 fíler, se requerido, iniciando o funcionamento do *pugmill*, até produzir quantidade de mistura suficiente à alimentação de toda a área interna da caixa distribuidora.

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, 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.

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 rodos 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.

5.4 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.

6 CONTROLE

6.1 Controle dos Materiais

6.1.1 Emulsão Asfáltica Modificada por Polímero

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

a) um ensaio de viscosidade *Saybolt Furol*, conforme NBR 14491[13];
b) um ensaio de resíduo asfáltico da emulsão, conforme NBR 6568[14];
c) um ensaio de peneiração, conforme NBR 14393[15];
d) um ensaio de recuperação elástica a 25ºC no resíduo da emulsão, conforme NBR 15086[16];
e) um ensaio de carga de partícula, conforme NBR 6567[17].

Para cada 100 t:

a) um ensaio de sedimentação, conforme NBR 6570[18];
b) um ensaio sobre o resíduo da emulsão: penetração, conforme NBR 6576[19] e ponto de amolecimento, conforme NBR 6560[20].

Para todo carregamento de emulsão asfáltica modificada por polímero, que chegar à obra deve-se retirar uma amostra que será identificada e armazenada para possíveis ensaios posteriores.

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

Diariamente deve-se inspecionar a britagem e os depósitos, com o intuito de garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e de outras contaminações prejudiciais.

Devem ser executadas as seguintes determinações nos agregados:

a) abrasão Los Angeles, conforme NBR 16974(1), do material que deu origem ao agregado miúdo: 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;

b) ensaio de durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos, conforme DNER ME 089(2): 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;

c) equivalente de areia do agregado miúdo, conforme NBR 12052(3): 1 ensaio por jornada de 8 horas de trabalho e sempre que houver variação da natureza do material;

d) adesividade, conforme NBR 6300(21): 1 ensaio a cada carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra e sempre que houver variação da natureza dos materiais;

e) adsorção no azul de metileno, máximo 10 ml, conforme NBR 14949(4): 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;

f) índice de forma superior a 0,5 conforme DNIT 425/2020 – ME(5): 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.

6.2 Controle da Aplicação e Destinação

O controle da aplicação da mistura asfáltica deve ser efetuado através dos procedimentos descritos em seguida.

6.2.1 Controle da Taxa de Aplicação de Microrrevestimento

Determinar a taxa de aplicação do microrrevestimento por intermédio de bandejas metálicas ou outro dispositivo de área conhecida a cada 5.000 m².

6.2.2 Quantidade de Ligante, Granulometria da Mistura

Devem ser executadas as seguintes determinações em amostras coletadas na caixa distribuidora:

a) extração de ligante, conforme ME-DE-P00/011(22): 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho;

b) análise granulométrica da mistura de agregados, com material resultante das extrações, de no mínimo 1.000 g, conforme NBR 17054(23): 2 ensaios por jornada de 8 horas de trabalho;

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

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.

6.2.3 Destinação

Os locais de aplicação da mistura devem estar sempre associados às datas de produção e com os respectivos ensaios de controle tecnológico.

6.3 Controle Geométrico e de Acabamento

O controle geométrico deve ser feito por acompanhamento topográfico, obedecendo a metodologia indicada pelo DER/SP e deve satisfazer os parâmetros recomendados.

6.3.1 Controle da Largura e Alinhamentos

A verificação do eixo e das bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma acabada, ou faixas de aplicação, deve ser determinada por medidas à trena executadas pelo menos a cada 20 m.

6.3.2 Controle de Acabamento da Superfície

A superfície acabada é verificada visualmente devendo se apresentar desempenada e com o mesmo aspecto e textura obtidos nos segmentos experimentais.

6.4 Condições de Segurança

As condições de segurança são determinadas pela macrotextura do revestimento asfáltico, através de ensaios de mancha de areia, conforme ASTM E 1845[(25),] espaçados a cada 100 m.

7 ACEITAÇÃO

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

7.1 Materiais

7.1.1 Emulsão Asfáltica Modificada por Polímero

As emulsões asfálticas modificadas por polímero, elastomérico, são aceitas se os resultados individuais dos ensaios referidos no item 6.1.1 atendam ao especificado no anexo C, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

7.1.2 Agregados

Os agregados são aceitos desde que:

a) os resultados individuais de abrasão Los Angeles e durabilidade atendam ao estabelecidos no item 3.2;

b) os resultados individuais de equivalente areia sejam superiores a 60%;

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 resultados individuais de adesividade atendam ao especificado no do anexo C, quando se tratar de emulsão modificada por polímero elastomérico, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

7.1.3 Água

Água é aceita desde que esteja limpa, isenta de matéria orgânica, óleos e outras substâncias prejudiciais à ruptura da emulsão asfáltica.

7.2 Execução

7.2.1 Taxa de Aplicação da Mistura

O valor da taxa de aplicação quando analisado estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através do controle bilateral, conforme anexo B, devem apresentar variação máxima de ± 0,3 pontos percentuais da taxa de aplicação definida em projeto.

7.2.2 Quantidade de Ligante

O valor de teor de ligante, quando analisado estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através do controle bilateral, conforme anexo B, devem apresentar variação máxima do teor residual ± 0,3 pontos percentuais do teor ótimo de ligante do projeto da mistura.

7.2.3 Granulometria dos Agregados e da Mistura

Os resultados da granulometria dos agregados e da mistura, quando analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através do controle bilateral conforme anexo B, devem apresentar variação máxima definida pela faixa de trabalho correspondente.

7.2.4 Geometria e Acabamento

Os serviços executados são aceitos quanto à geometria, desde que a largura da semiplataforma ou faixa executada não apresente valores inferiores aos previstos para a camada; e os desvios verificados dos alinhamentos não excedam a + 5 cm.

O serviço é aceito, sob o ponto de vista de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e de saliências;

b) a superfície deve apresentar-se desempenada e homogênea.

7.2.5 Condições de Segurança

A altura da areia determinada no ensaio de mancha de areia deve apresentar-se no intervalo de 0,8 mm a 1,2 mm, caracterizando uma classe de textura superficial de média a grossa.

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.

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 microrrevestimento asfáltico a frio.

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 executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira e areal;

c) não é permitida a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;

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

e) 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;

f) 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;

g) deve-se construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

h) caso os agregados britados sejam fornecidos por terceiros, deve-se exigir documentação que ateste a regularidade das instalações, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente;

i) instalar sistemas de controle de poluição do ar, dotar os depósitos de estocagem de agregados de proteção lateral e cobertura para evitar dispersão de partículas, dotar o misturador de sistema de proteção para evitar emissões de partículas para a atmosfera.

8.2 Emulsão Asfáltica, Agregados – Estocagem

A estocagem da emulsão asfáltica, e agregados 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 de caminhões tanques devem ser afastados de cursos d'água, vegetação nativa ou áreas ocupadas;

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.

b) no local de estacionamento e manutenção dos caminhões tanques devem ser instalados dispositivos para retenção de pequenos vazamentos;

c) os tanques de emulsão devem ser instalados dentro de tanques periféricos para retenção do produto em casos de vazamentos;

d) os silos de estocagem de agregados devem ser dotados de proteções laterais para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento;

e) manter em boas condições de operação todos os equipamentos do processo e de controle;

f) a área de estocagem, estacionamento, manutenção de equipamentos deve ser recuperada ambientalmente quando da desmobilização das atividades.

8.3 Execução

Durante a execução devem ser observados os seguintes procedimentos:

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

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

e) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, localizadas e operadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis não sejam carreados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;

f) todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;

g) é proibido a deposição irregular de sobras de materiais utilizado no microrrevestimento a frio junto ao sistema de drenagem lateral, evitando seu assoreamento, bem como o soterramento da vegetação;

h) é obrigatório o uso de EPI, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços devem são medidos pela determinação da área executada, expressa em metros quadrados.

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.

Os serviços recebidos e medidos da forma descrita são pagos conforme os respectivos preços unitários contratuais, nos quais estão inclusos: o fornecimento de materiais, armazenamento, perdas, carga e transporte até os locais de aplicação, descarga, espalhamento e acabamento, abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais e equipamentos necessários aos serviços, executados de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

DESIGNAÇÃO	UNIDADE
23.06.04.02 - Microrrevestimento asfáltico a frio, graduação I	m^2
23.06.04.03 - Microrrevestimento asfáltico a frio, graduação II	m^2
23.06.04.04 - Microrrevestimento asfáltico a frio, graduação III	m^2

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16974**. Agregados - Ensaio de resistência ao impacto e à abrasão *Los Angeles*. Rio de Janeiro, 2022.

2 DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER ME 089**. Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio. Rio de Janeiro, 1994.

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

4 ____**NBR 14949**.Microrrevestimentos asfálticos-Caracterização da fração fina da absorção de azul de metileno

5 DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 425/2020** - ME. Pavimentação - Agregado - Determinação do índice de forma com paquímetro - Método de ensaio. Brasília, 2020.

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

7 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14746**. Microrrevestimentos a frio e lama asfáltica - Determinação de perda por abrasão úmida (WTAT). Rio de Janeiro, 2014.

8 ____. **NBR 14841**. Misturas asfálticas - Determinação da adesão de areia em microrrevestimentos asfálticos a frio por meio da máquina LWT. Rio de Janeiro, 2015.

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

10 ____. **NBR 14758**. Microrrevestimentos asfálticos - Determinação do tempo de misturação. Rio de Janeiro, 2014.

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 14798**. Microrrevestimentos asfálticos - Determinação da coesão e características da cura pelo coesímetro. Rio de Janeiro, 2017.

12 INTERNATIONAL SLURRY SURFACING ASSOCIATION. **ISSA TB-144.** Test Method for Classification of Slurry Surfacing Materials Compatibility by Schulze-Breuer and Ruck Procedures. Wheaton, 2019.

13 ____. **NBR 14491**. Emulsões Asfálticas – Determinação da viscosidade Saybolt Furol. Rio de Janeiro, 2007.

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

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

16 ____. **NBR 15086**. Materiais betuminosos - Determinação da recuperação elástica pelo ductilômetro. Rio de Janeiro, 2006.

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

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

19 ____. **NBR 6576**. Materiais asfálticos - Determinação da penetração. Rio de Janeiro, 2007.

20 ____. **NBR 6560.** Ligantes asfálticos - Determinação do ponto de amolecimento - Método do anel e bola. Rio de Janeiro, 2016.

21 ____. **NBR 6300**. Emulsões asfálticas catiônicas - Determinação da resistência à água (adesividade) em agregados graúdos. Rio de Janeiro, 2009.

22 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.

23 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17054**. Agregados – Determinação da composição granulométrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2022.

24 ____. **NBR 15184**. Materiais betuminosos - Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional. Rio de Janeiro, 2004.

25 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E 1845**. Standard Practice for Calculating Pavement Macrotexture Mean Profile Depth. Philadelphia, 2001.

26 ____. **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.

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

28 ____. **NBR 6569.** Emulsões asfálticas catiônicas – Determinação da desemulsibilidade. Rio de Janeiro, 2008.

_____

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 Modificada por Polímero				
Viscosidade Saybolt Furol	NBR 14491[13]	1 ensaio para todo carregamento que chegar à obra	Resultados individuais	Quando tratar-se de emulsão asfáltica por polímero modificada por polímero SBS atender anexo C ou A especificação que estiver em vigor na época de sua utilização
Resíduo asfáltico da emulsão	NBR 6568[14]			
Peneiração	NBR 14393[15]			
Recuperação elástica	NBR 15086[16]			
Sedimentação	NBR 6570[18]	1 ensaio para cada 100 t	Resultados individuais	
Ensaios no resíduo da emulsão: - Penetração - Ponto de amolecimento	NBR 6576[19] NBR 6560[20]			
1.2 Agregado				
Abrasão Los Angeles	NBR 16974[1]	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados individuais	≤ 40%
Durabilidade frente ao sulfato de sódio	DNER ME 089[2]	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados individuais	≤ 12%
Equivalente de areia do agregado miúdo	NBR 12052[3]	1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho e sempre que houver variação da natureza do agregado	Resultados individuais	≥ 60%

/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.

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
Adsorção no azul de metileno	NBR 14949(4)	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados individuais	Máx. 10 ml
Índice de forma	DNIT 425/2020-ME(5)	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados individuais	≥ 0,5
Resistência à água - adesividade, % mínima de cobertura	NBR 6300 (21)	Em todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra e sempre que houver variação da natureza dos materiais	Resultados individuais	Quando tratar-se de emulsão asfáltica modificada por polímero tipo elastomérico, atender anexo C, Quando tratar-se de emulsão asfáltica modificada por polímero tipo SBS elastomérico, atender anexo C ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização
2. CONTROLE DA EXECUÇÃO				
Taxa de aplicação	Pesagens	1 determinação a cada 5.000 m²	Controle Bilateral $X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	± 0,3% da taxa definida em projeto

/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
Extração de ligante	ME-DE-P00/011[22]	Quantas vezes forem necessárias para calibração da usina Quando houver indícios de falta ou excesso de ligante No mínimo 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho	Controle Bilateral $X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	± 0,3% do teor ótimo de projeto
Análise granulométrica (com material resultante da extração com massa igual ou superior a 1.000 g)	NBR 17054[23]	Quantas vezes forem necessárias para calibração da usina No mínimo 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho	Controle Bilateral $X = \bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Aceita, quando as variações (LIE e LSE) estiverem compreendidas entre os limites da faixa definida na Tabela 2
3. CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO				
3.1 Geométrico				
Largura da semiplataforma ou faixa executada e desvios dos alinhamentos	Medidas de trena	A cada 20 m	Resultados individuais	No máximo + 5 cm
3.2 Acabamento				
De modo geral as juntas executadas devem apresentar-se homogêneas ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e de saliências. A superfície deve apresentar-se desempenada e homogênea.				
4. CONDIÇÕES DE SEGURANÇA				
Determinação da macrotextura	ASTM E 1845 [25]	Uma determinação a cada 100 m	Resultados individuais	Altura da areia situada entre 0,8 mm e 1,2 mm

/ANEXO B

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 $X = \overline{X} + K_1 S \leq LSE$	

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

/ANEXO C

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 ASFÁLTICAS CATIÔNICAS MODIFICADAS POR POLÍMERO ELASTOMÉRICO

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.

EMULSÕES CATIÔNICAS MODIFICADAS POR POLÍMERO ELASTOMÉRICO			
Característica	**Un.**	**Tipos (por Ruptura)**	**Método**
		Controlada	
		RC1C-E	**ABNT**
Ensaio sobre emulsão			
Viscosidade Saybolt Furol, a 50ºC	S	70 máx.	NBR 14491[13]
Sedimentação, máx.	% massa	5	NBR 6570[18]
Peneiração, 0,84 mm, máx.	% massa	0,1	NBR 14393[15]
Resistência à água, mín. de cobertura			
agregado seco	%	80	NBR 6300[21]
agregado úmido	%	60	
Carga da partícula	-	positiva	NBR 6567[17]
pH, máx.	-	6,5	NBR 6299[26]
Destilação - solvente destilado a 360ºC	% volume	0	NBR 6568[14]
Resíduo seco, mín.	% massa	62	NBR 14376[27]
Desemulsibilidade,			
mínimo	% massa	-	NBR 6569[28]
máximo	% massa	-	
Ensaios para o resíduo da emulsão obtido pela ABNT NBR 14896			
Penetração a 25ºC, 100g, 5s	0,1 mm	45 - 150	NBR 6576[19]
Ponto de amolecimento, mín.	ºC	55	NBR 6560[20]
Viscosidade Brookfield a 135ºC, SP21, 20RPM, mín.	cP	600	NBR 15184[24]
Recuperação elástica a 25ºC, 20 cm, mín.	%	70	NBR 15086[16]

* Fonte Resolução ANP nº 32, 14 de outubro de 2009 e regulamento técnico ANP nº 5/2009

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.