



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

CÓDIGO	ET-DE-P00/037	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	1 de 27

e-DOC 4413E0D1
Proc 59570.001803/2021-01-e

TÍTULO

CAPA SELANTE

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Capa Selante.

APROVAÇÃO

PROCESSO

PR 010372/18/DE/2006

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ. **DER/PR ES-P 19/05**. Pavimentação: Capa Selante, Curitiba, 2005.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM – **DAER/RS. DAER ES-P 21/91**. Capa Selante, Porto Alegre, 1991.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM DO ESTADO DA BAHIA – **DERBA ES-P 12/01**. Pavimentação – Capa Selante. Salvador, 2001.

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.....	3
2	DEFINIÇÃO	3
3	MATERIAIS	3
3.1	Materiais Asfálticos.....	3
3.2	Agregado	4
3.3	Taxas de Aplicação e de Espalhamento	4
3.4	Melhorador de Adesividade	5
4	EQUIPAMENTOS.....	5
5	EXECUÇÃO	6
5.1	Condições Gerais.....	6
5.2	Condições Específicas.....	7
5.3	Seqüência das Operações	7
5.4	Abertura ao Tráfego	8
6	CONTROLE.....	8
6.1	Materiais.....	8
6.2	Controle da Execução.....	9
6.3	Controle Geométrico e de Acabamento	10
7	ACEITAÇÃO.....	10
7.1	Materiais.....	10
7.2	Execução	10
8	CONTROLE AMBIENTAL	11
8.1	Exploração de Ocorrência de Materiais	11
8.2	Cimento e Emulsão Asfáltica.....	12
8.3	Execução	12
9	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO.....	13
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13
	ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE	15
	ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO.....	20
	ANEXO C – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS.....	22
	ANEXO D – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS MODIFICADAS POR POLÍMERO - SBS	24
	ANEXO D – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS MODIFICADAS POR POLÍMERO - SBR.....	26



1 OBJETIVO

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

2 DEFINIÇÃO

Capa selante é a camada de revestimento do pavimento executado por penetração invertida, constituída de uma aplicação de ligante asfáltico, coberta por uma camada de agregado mineral miúdo e submetida à compactação.

Sua execução tem por finalidade principal, impermeabilizar, diminuir a rugosidade e recuperar as superfícies desgastadas pela exposição à ação do tráfego. A sua aplicação pode ser sobre revestimentos asfálticos recém-construídos dos tipos: tratamento superficial duplo e triplo, macadames asfálticos, pré-misturados abertos e de misturas asfálticas densas ou desgastadas superficialmente, pela ação do tráfego e das intempéries.

3 MATERIAIS

Os materiais constituintes da capa selante são os agregados minerais miúdos e materiais asfálticos que podem ser modificados ou não por polímeros e devem satisfazer às normas pertinentes e às especificações aprovadas pelo DER/SP.

3.1 Materiais Asfálticos

Devem ser empregados os seguintes materiais:

- a) emulsões asfálticas catiônicas:
 - ruptura rápida, tipos RR-1C e RR-2C;
 - emulsões asfálticas modificadas por polímero tipo SBS ou SBR.

As emulsões, emulsões modificadas por polímero SBS e SBR devem atender o especificado no anexo C, D e E, respectivamente ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

Todo o carregamento de ligante 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.

A utilização de outros tipos de ligantes asfálticos deve ser aprovada pela fiscalização ou indicadas pelo projeto.



3.2 Agregado

Deve constituir-se por areia ou material britado: pó de pedra e pedrisco, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis e resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deve atender aos seguintes requisitos:

- o material do qual originou-se o agregado miúdo deve apresentar desgaste abrasão *Los Angeles* igual ou inferior a 50%, conforme NBR NM 51⁽¹⁾;
- o material do qual originou-se o agregado miúdo deve apresentar perdas inferiores a 12% na avaliação da durabilidade com sulfato de sódio em cinco ciclos, conforme DNER ME 089⁽²⁾;
- equivalente de areia do agregado miúdo superior a 55%, conforme NBR 12052⁽³⁾;
- a faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer à tolerância indicada para cada peneira na Tabela 1, porém, sempre respeitando aos limites da faixa granulométrica adotada;
- a faixa de trabalho adotada do agregado deve atender às condições de promover o melhor entrosamento possível, melhorar a macrotextura e as condições de segurança da superfície dos revestimentos asfálticos a serem tratados.

Tabela 1 – Faixas Granulométricas

Peneira de Malha Quadrada		% em massa, passando					Tolerâncias
ASTM	mm	Pedrisco	Pó de Pedra	Pedrisco + pó de pedra	Areia Média	Areia Grossa	
		A	B	C	D	E	
3/8"	9,5	100	100	100	100	100	± 5 %
Nº 4	4,8	40 – 50	95 – 100	80 – 100	95 – 100	95 – 100	± 5 %
Nº 10	2,0	5 – 10	65 – 80	60 – 80	85 – 100	60 – 70	± 5 %
Nº 40	0,42	2 – 8	30 – 40	15 – 30	40 – 60	18 – 30	± 5 %
Nº 80	0,18	2 – 5	18 – 30	10 – 20	0 – 10	5 – 12	± 5 %
Nº 200	0,074	0 – 2	12 – 25	5 – 12	0 – 2	0 – 2	± 5 %

3.3 Taxas de Aplicação e de Espalhamento

As quantidades ou taxas de aplicação de ligante asfáltico e de espalhamento do agregado devem ser fixadas no projeto, e ajustadas em campo às devidas características da superfície a ser tratada. Geralmente, usam taxas de agregado e de ligante asfáltico estabelecido pela experiência, conforme valores demonstrados na Tabela 2.



Tabela 2 – Taxas de Agregado e Ligante Asfáltico

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 (kg/m ²)	2 a 4	2 a 3	3 a 5	4 a 6
RR – 2C, pura (l/m ²)	0,5	-	0,8	-
RR – 2C, diluída em água para aplicação (l/m ²)	1,0	-	1,0	-
RR com polímero (l/m ²)	-	0,6 a 0,7	0,7	0,8 a 1,0

3.4 Melhorador de Adesividade

A adesividade dos agregados ao ligante betuminoso é determinada conforme os métodos NBR 12583⁽⁴⁾ e NBR 12584⁽⁵⁾.

Quando não houver boa adesividade entre o ligante asfáltico e os agregados graúdos e miúdos, deve-se empregar aditivo melhorador de adesividade na quantidade fixada em projeto.

4 EQUIPAMENTOS

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

O equipamento básico para a execução da capa selante compreende as seguintes unidades:

- área conveniente para estocagem de agregados, de modo que não se contaminem entre si, protegida contra poeira e intempéries;
- depósitos de material asfáltico que permitam o aquecimento de maneira uniforme e sem riscos de oxidação e, que tenham capacidade compatível com o consumo da obra;
- caminhão distribuidor de ligante asfáltico, com sistema de aquecimento, bomba de pressão regulável, barra de distribuição de circulação plena e dispositivos de regulação horizontal e vertical, bicos de distribuição calibrados para aspersão em leque, tacômetros, manômetros e termômetros de fácil leitura, e mangueira de operação manual para aspersão em lugares inacessíveis à barra; o equipamento espargidor deve possuir certificado de aferição atualizado e aprovado pelo DER/SP; a aferição deve ser renovada a cada quatro meses, como regra geral, ou a qualquer momento, caso a fiscalização julgue necessário; durante o decorrer da obra deve-se manter controle constante de todos os dispositivos do equipamento espargidor.
- distribuidor de agregados, rebocável ou automotriz, capaz de proporcionar distribuição homogênea dos agregados nas quantidades de projeto;
- rolo de pneus autopropulsor, de pressão regulável entre 0,25 MPa a 0,84 MPa;



- f) rolo compactador liso tipo tandem, pesando de 5 toneladas a 8 toneladas;
- g) compactadores manuais, sapos mecânicos;
- h) vassouras mecânicas ou manuais;
- i) compressor de ar, com potência suficiente para promover, por jateamento, a perfeita limpeza da superfície a revestir;
- j) caminhão tanque irrigador de água, com no mínimo 6.000 litros de capacidade, equipado com motobomba capaz de distribuir água sob pressão regulável e de forma uniforme;
- k) caminhões basculantes;
- l) pá-carregadeira ou retroescavadeira;
- m) vassouras de arrasto ou dispositivos similares, para corrigir possíveis falhas de distribuição dos agregados;
- n) duas réguas de madeira ou metal, uma de 1,20 e outra de 3,0 m de comprimento;

5 EXECUÇÃO

5.1 Condições Gerais

Não é permitida a execução dos serviços durante dias de chuva.

Os eventuais defeitos na camada subjacente, tais como: pavimentos desgastados com ocorrência de panelas, depressões, escorregamentos etc., devem ser necessariamente reparados antes da execução da camada da capa selante.

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

A temperatura de aplicação do ligante asfáltico modificado ou não por polímero deve ser fixada para cada tipo de ligante em função da relação temperatura-viscosidade; deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento.

As faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento são de 20 a 100 segundos, *Saybolt-Furol*, a 50°C para as emulsões asfálticas.

Antes do início das operações de execução da capa selante, deve-se limpar a pista, com o intuito de eliminar todas as partículas de pó, lamelas, material solto e tudo que possa prejudicar a boa ligação da pista a revestir com a capa selante; dependendo da natureza e do estado da superfície, podem ser usadas vassouras manuais ou mecânicas, jatos de ar comprimido, água etc., de forma isolada ou conjunta, para propiciar a melhor limpeza possível à superfície;

Deve-se evitar a sedimentação das emulsões nos depósitos por meio de sua circulação periódica.



5.2 Condições Específicas

O ligante deve ser aplicado de uma vez, em toda a largura da faixa a ser tratada; durante a aplicação devem ser evitados e corrigidos imediatamente o excedente ou a falta de ligante. Deve ser conferida atenção especial às regiões anexas ao eixo e bordas, de forma a evitar, nesses locais, a falta ou o excesso de ligante;

Para evitar excesso de ligante na junta transversal ou longitudinal, deve-se colocar sobre a superfície da camada anterior uma faixa de papel adequado, com largura mínima de 0,80 m;

Imediatamente após a colocação do papel protetor, deve-se realizar o espalhamento da camada do agregado, na quantidade indicada no projeto ou determinada experimentalmente;

Durante a operação de espalhamento dos agregados, deve-se evitar sua aplicação em excesso, já que sua correção é mais difícil que a adição de material faltante;

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;

Em cada passada o equipamento deve recobrir, no mínimo, a metade da largura da faixa anteriormente compactada, com os cuidados necessários para evitar deslocamentos, esmagamento do agregado e contaminações prejudiciais;

Podem ser necessárias pequenas correções de ligante e agregados, caso sejam constatadas falhas durante as inspeções visuais;

Após a compactação da camada e obtida a fixação do agregado, deve-se efetuar uma varredura leve do material solo.

5.3 Seqüência das Operações

- sobre a pista convenientemente demarcada, deve-se iniciar o serviço com a aplicação do ligante asfáltico, de modo uniforme, na taxa especificada no projeto e em temperatura que proporcione viscosidade adequada de aplicação. Devem ser imediatamente corrigidos os eventuais excessos ou falta de material;
- após a aplicação do ligante asfáltico, deve-se verificar cuidadosamente sua homogeneidade, promovendo a correção de eventuais falhas. Deve-se proceder às correções por falta de ligante asfáltico pelo equipamento manual do espargidor, com o cuidado para se evitar excessos; deve ser removido o excesso de ligante asfáltico, se considerado nocivo;
- imediatamente após a aplicação do ligante asfáltico, o agregado especificado deve ser uniformemente espalhado na quantidade indicada em projeto;
- após a aplicação do agregado, deve-se verificar cuidadosamente a homogeneidade de espalhamento, promovendo a correção de eventuais falhas, tanto de falta quanto de excesso de material;
- a rolagem deve ter início imediato, com a utilização preferencial do rolo de pneumáticos, variando-se a pressão e utilizando um número de coberturas tantas vezes quanto necessário para proporcionar perfeita compactação do agregado sem causar danos à



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

superfície;

- f) a camada de agregado também deve ser compactada com o rolo liso tipo tandem, para se obter a conformação final do serviço com uma só passada, com sobreposição;
- g) no caso de paralisação súbita e imprevista do equipamento distribuidor de agregados, o agregado deve ser espalhado manualmente na superfície já coberta com o material asfáltico, procedendo-se à compressão o mais rápido possível.

5.4 Abertura ao Tráfego

O tráfego não deve ser permitido durante a aplicação do ligante asfáltico ou do agregado.

O tráfego deve ser liberado provisoriamente depois de terminada a compactação e após a certeza do desenvolvimento completo da adesividade passiva, ou seja, resistência ao arrancamento. Decorridas 24 horas do término da compactação o trânsito deve ser controlado, com velocidade máxima de 40 km/hora. De cinco a dez dias, após a abertura ao tráfego deve ser feita varredura dos agregados não fixados pelo ligante.

6 CONTROLE

6.1 Materiais

6.1.1 Emulsões asfálticas

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

- a) um ensaio de viscosidade *Saybolt-Furol*, conforme NBR 14491⁽⁶⁾, a 50 °C;
- b) um ensaio de resíduo por destilação conforme NBR 6568⁽⁷⁾;
- c) um ensaio de peneiração, conforme NBR 14393⁽⁸⁾;
- d) um ensaio de viscosidade *Saybolt-Furol* a diferentes temperaturas, para estabelecimento da curva viscosidade-temperatura, conforme NBR 14491⁽⁶⁾.

Para cada 100 t, deve ser efetuado um ensaio de sedimentação, conforme NBR 6570⁽⁹⁾

6.1.2 Emulsões asfálticas modificadas por polímero

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

- a) um ensaio de viscosidade *Saybolt Furol*, conforme NBR 14491⁽⁶⁾;
- b) um ensaio de resíduo por destilação, conforme NBR 6568⁽⁷⁾;
- c) um ensaio de peneiração, conforme NBR 14393⁽⁸⁾;
- d) um ensaio de recuperação elástica no resíduo da emulsão, conforme NBR 15086⁽¹⁰⁾.

Para cada 100 t:

- a) um ensaio de sedimentação, conforme NBR 6570⁽⁹⁾;
- b) sobre o resíduo da emulsão: 1 ensaio penetração conforme NBR 6576⁽¹¹⁾; e 1 ensaio de ponto de amolecimento, conforme NBR 6560⁽¹²⁾.



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

6.1.3 Agregados

Devem-se executar os seguintes ensaios:

- abrasão Los Angeles conforme NBR NM 51⁽¹⁾, com o material que deu origem ao agregado miúdo, no início dos trabalhos um ensaio no início da utilização do agregado na obra, ou quando houver variação na natureza do material, com amostras coletadas na pedreira;
- durabilidade conforme DNER ME 89⁽²⁾, com o material que deu origem ao agregado miúdo, um ensaio no início da utilização do agregado na obra, ou quando houver variação na natureza do material, com amostras coletadas na pedreira;
- equivalente de areia, um ensaio para cada carregamento que chegar à obra, conforme NBR 12052⁽³⁾;
- adesividade conforme NBR 12583⁽⁴⁾ e NBR 12584⁽⁵⁾, três ensaios no início da obra, para verificação da compatibilidade da emulsão e do agregado mineral. Repetir o ensaio se houver alteração dos materiais;
- granulometria conforme NBR NM 248⁽¹³⁾, dois ensaios de granulometria por jornada de 8 horas trabalho em amostras coletadas na pista.

6.2 Controle da Execução

6.2.1 Controle da Aplicação do Agregado Mineral

Deve-se executar no mínimo uma determinação da taxa de agregado para cada 700 m² de pista.

- o controle de quantidade de agregados espalhados, longitudinal e transversalmente, deve ser feito mediante colocação de bandejas, cujo peso e área sejam conhecidos na pista onde houver o espalhamento. Obtém-se a quantidade de agregados espalhada por intermédio de pesagens, após a passagem do dispositivo do espalhador

6.2.2 Controle da Aplicação do Ligante Asfáltico

Constitui-se por:

- verificação da temperatura do ligante imediatamente antes da aplicação no caminhão espargidor, comparando-se com a obtida no gráfico temperatura-viscosidade;
- controle visual da uniformidade da aplicação do ligante asfáltico;
- determinação da taxa de aplicação da emulsão asfáltica, para cada faixa de espargimento a cada 700 m² de aplicação, mediante colocação de bandejas, de peso e área conhecidos, na pista onde está sendo feita a aplicação. Obtém-se a taxa de emulsão aplicada por intermédio de pesagem das bandejas após a passagem do carro distribuidor. Deve-se determinar a taxa de aplicação, em l/m², no asfalto residual, isto é, após a evaporação, e obtenção de peso constante da bandeja.



6.3 Controle Geométrico e de Acabamento

6.3.1 Controle da Largura e Alinhamento

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

6.3.2 Controle de Acabamento da Superfície

As condições de acabamento geral da superfície devem ser apreciadas pela fiscalização em bases visuais. Em cada estaca da locação, o controle de acabamento da superfície deve ser feito com auxílio de duas réguas, uma de 3 m e outra de 1,2 m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista.

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

As emulsões asfálticas e as emulsões asfáticas modificadas por polímero SBS ou SBR são aceitas desde que os resultados individuais dos ensaios referidos nos itens 6.1.1 e 6.1.2 atendam o especificado nos anexos C, D e E, respectivamente, 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, durabilidade, equivalente de areia do agregado atendam o estabelecidos no item 3.2;
- b) os resultados da análise estatística da granulometria, realizado, por controle bilateral, conforme anexo B, esteja dentro da faixa de trabalho definida para os agregados. A análise estatística dos resultados deve ser realizada com no mínimo 4 e no máximo 10 amostras.

7.2 Execução

7.2.1 Quantidade de Agregado Mineral

A quantidade total do agregado mineral, determinada estaticamente pelo controle bilateral, conforme anexo B, deve situar-se no intervalo de $\pm 15\%$ em relação à taxa de projeto.

O lote de cada sub-trecho analisado deve ser composto de no mínimo 4 e no máximo 10 determinações.



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

7.2.2 Temperatura e Taxa de Aplicação da Emulsão Asfáltica

A temperatura da emulsão asfáltica, determinada imediatamente antes da aplicação, deve satisfazer o intervalo de temperatura definido pela relação viscosidade-temperatura.

A taxa de aplicação da emulsão asfáltica, determinada estaticamente pelo controle bilateral, conforme anexo B, deve estar compreendida no intervalo de $\pm 0,3 \text{ l/m}^2$ em relação à de projeto.

7.2.3 Geometria e Acabamento

Os serviços executados são aceitos quanto a geometria e acabamento desde que atendidas as seguintes condições:

- não se admitem valores inferiores aos previstos para semi-largura da plataforma, permitindo-se a tolerância de +10 cm;
- variação máxima entre dois pontos de contato de qualquer uma das réguas e a superfície da camada seja inferior a 0,5 cm.

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 da capa selante.

8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais

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

- para as áreas de apoio necessárias a execução dos serviços devem ser observadas as normas ambientais vigentes no DER/SP;
- o material somente será aceito após a executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira e areal;
- não é permitida a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;
- não é permitida a exploração de areal em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;
- 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;
- 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 árvores;
- deve-se construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para re-



tenção 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 Cimento e Emulsão Asfáltica

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;
- 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 devem ser recuperadas 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 do 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 na capa selante 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

O serviço deve ser medido em metro quadrado de camada acabada; a área é calculada considerando o estaqueamento da estrada e a largura de projeto.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme o respectivo preço unitário contratual, no qual estão inclusos: o transporte e armazenamento do ligante e agregado, 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

23.09.01.01 – Capa selante, faixa A

m²

23.09.01.04 – Capa selante, faixa D

m²

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR NM 51**. Agregado graúdo – ensaio de abrasão Los Angeles. Rio de Janeiro, 2001.
- 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 12583**. Agregado graúdo – verificação da adesividade a ligante betuminoso. Rio de Janeiro, 1992.
- 5 _____. **NBR 12584**. Agregado miúdo – verificação da adesividade a ligante betuminoso. Rio de Janeiro, 1992.
- 6 _____. **NBR 14491**. Emulsões Asfálticas – determinação da viscosidade de Saybolt-Furol. Rio de Janeiro, 2004
- 7 _____. **NBR 6568**. Emulsões Asfálticas – determinação do resíduo de destilação. Rio de Janeiro, 2005



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

- 8 _____. **NBR 14393**. Emulsões Asfálticas – determinação da peneiração. Rio de Janeiro, 1999
- 9 _____. **NBR 6570**. Emulsões Asfálticas – determinação da sedimentação. Rio de Janeiro, 2000.
- 10 _____. **NBR 15086**. Materiais betuminosos - Determinação da recuperação elástica pelo ductilômetro. Rio de Janeiro, 2004.
- 11 _____. **NBR 6576**. Materiais betuminosos – determinação da penetração. Rio de Janeiro, 1998.
- 12 _____. **NBR 6560**. Materiais betuminosos – determinação do ponto de amolecimento - método anel e bola. Rio de Janeiro, 1998.
- 13 _____. **NBR NM 248**. Agregado graúdo – determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003
- 14 _____. **NBR 6300**. Emulsões Asfálticas - determinação da resistência à água (adesividade). Rio de Janeiro, 2001.
- 15 _____. **NBR 6297**. Emulsões Asfálticas de ruptura lenta. - determinação da ruptura – método da mistura com cimento. Rio de Janeiro, 2003.
- 16 _____. **NBR 6302**. Emulsões asfálticas – determinação da ruptura – método de mistura com fíler silícico. Rio de Janeiro 2000.
- 17 _____. **NBR 6567**. Emulsões Asfálticas – determinação da carga da partícula. Rio de Janeiro, 2000
- 18 _____. **NBR 6299**. Emulsões Asfálticas - determinação do Ph. Rio de Janeiro, 2005.
- 19 _____. **NBR 6569**. Emulsões Asfálticas catiônicas – determinação da desemulsibilidade. Rio de Janeiro, 2000
- 20 _____. **NBR 14855**. Materiais betuminosos - Determinação da solubilidade em tricloroetileno. Rio de Janeiro, 2002
- 21 _____. **NBR 6293**. Materiais betuminosos - Determinação da ductibilidade. Rio de Janeiro, 2001
- 22 _____. **NBR 14376**. Emulsões Asfálticas – determinação do resíduo asfáltico por evaporação – método expedito. Rio de Janeiro, 1999;
- 23 _____. **NBR 15184**. Materiais betuminosos - Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional. Rio de Janeiro, 2004.

/ANEXO A



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	ET-DE-P00/037	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	15 de 27

e-DOC 4413E0D1
Proc 59570.001803/2021-01-e

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.



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	ET-DE-P00/037	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	16 de 27

e-DOC 4413E0D1
Proc 59570.001803/2021-01-e

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1. Materiais				
1.1 Emulsão Asfáltica				
Viscosidade de Saybolt-Furol	NBR 14491 ⁽⁶⁾	1 ensaio para todo carregamento que chegar à obra	Valores individuais	Atender o especificado no Anexo C, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.
Resíduo, por destilação	NBR 6568 ⁽⁷⁾			
Peneiração	NBR 14393 ⁽⁸⁾			
Sedimentação	NBR 6570 ⁽⁹⁾	Para cada 100 toneladas		
1.2 Emulsão Asfáltica Modificada por Polímero – SBS ou SBR				
Viscosidade Saybolt Furol	NBR 14491 ⁽⁶⁾	1 ensaio para todo carregamento	Valores individuais	Atender o especificado no Anexo D, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.
Resíduo, por destilação	NBR 6568 ⁽⁷⁾			
Peneiração	NBR 14393 ⁽⁸⁾			
Recuperação elástica	NBR 15086 ⁽¹⁰⁾			
Sedimentação	NBR 6570 ⁽⁹⁾	Para cada 100 toneladas		
Sobre o resíduo da emulsão um ensaio de penetração e ponto de amolecimento	NBR 6576 ⁽¹¹⁾ NBR 6560 ⁽¹²⁾ .			

/continua



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	ET-DE-P00/037	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	17 de 27

e-DOC 4413E0D1
Proc 59570.001803/2021-01-e

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1.2 Agregado Graúdo e Miúdo				
Abrasão Los Angeles	NBR NM 51 ⁽¹⁾	1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados individuais	< 50%
Durabilidade com sulfato de sódio, em 5 ciclos	DNER ME 089 ⁽²⁾		Resultados individuais	≤ 12%
Equivalente de areia	NBR 12052 ⁽³⁾	1 ensaio areia para cada carregamento que chegar à obra	Resultados individuais	≥ 55%
Granulometria do agregado	NBR NM 248 ⁽¹³⁾	dois ensaios para cada camada, por jornada de 8 horas trabalho em amostras coletada na pista para cada tipo de agregado	Controle Bilateral $\bar{X} - K_1 S \geq LIE$ e $\bar{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	Aceita, quando as variações (LIE e LSE) estiverem compreendidas entre os limites da faixa de trabalho da mistura
1.3 Melhorador de Adesividade				
Adesividade ligante-agregado	NBR 12583 ⁽⁴⁾ e NBR 12584 ⁽⁵⁾	três ensaios no início da utilização do ligante na obra, e sempre que houver variação da natureza do material	Resultados individuais	Adesividade satisfatória
Incorporação do Melhorador de Adesividade	-	todo carregamento que chegar à obra	Verificação Sistemática	-

/continua



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	ET-DE-P00/037	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	18 de 27

e-DOC 4413E0D1
Proc 59570.001803/2021-01-e

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
2. CONTROLE DA EXECUÇÃO				
2.1 Agregados				
Taxa de Aplicação	Pesagens de bandejas	Uma determinação para cada faixa de aplicação a cada 700 m ²	Controle Bilateral $X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	± 15 % da taxa de projeto
2.1 Ligante Asfáltico				
Temperatura de Aplicação	Termômetro bimetálico com precisão de 5°C	Uma verificação antes de cada aplicação no caminhão espargidor	Resultados individuais	Parâmetro determinado pelo gráfico temperatura-viscosidade
Taxa de Aplicação, após a evaporação, e obtenção de peso constante da bandeja.	Pesagens de bandejas	Uma determinação para cada faixa de aplicação a cada 700 m ²	Controle Bilateral $X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$ e $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	± 0,2 l / m ² da taxa de projeto

/continua



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO	ET-DE-P00/037	REV.	A
EMIÇÃO	fev/2006	FOLHA	19 de 27

e-DOC 4413E0D1
Proc 59570.001803/2021-01-e

/conclusão

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
3. CONTROLE GEOMÉTRICO E DE EXECUÇÃO				
Alinhamento da plataforma Largura da plataforma	Relocação Medidas de trena	A cada 20 m	Resultados individuais	não se admite valores inferiores ao de projeto No máximo + 10 cm
Acabamento da superfície	Nivelamento com 2 réguas, uma de 3,0 m e outra de 1,20 m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da pista	A cada 20 m	Resultados individuais	variação máxima entre dois pontos de contato de qualquer uma das réguas e a superfície da camada deve ser inferior a 0,5 cm
A verificação do acabamento da superfície da camada deve ser feita também em bases visuais e será aceita se: - verificar a homogeneidade da distribuição dos materiais – ligante e agregado;				

/ANEXO B



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO

ET-DE-P00/037

EMIÇÃO

fev/2006

e-DOC 4413E0D1
Proc 59570.001803/2021-01-e

REV.

A

FOLHA

20 de 27

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

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

N	K	K ₁	N	K	K ₁	N	K	K ₁
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



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

ANEXO C – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

EMULSÕES CATIÔNICAS *						
CARACTERÍSTICAS	Métodos de Ensaio (ABNT)	Ruptura Rápida		Ruptura Média		Ruptura Lenta
		RR-1C	RR-2C	RM-1C	RM-2C	RL-1C
Ensaio sobre a emulsão						
a) Viscosidade Saybolt-Furol, S, a 50°C	NBR 14491 ⁽⁶⁾	20-90	100-400	20-200	100-400	Máx 70
b) Sedimentação, % peso, máx.	NBR 6570 ⁽⁹⁾	5	5	5	5	5
c) Peneiração 0,84 mm, % peso, máx.	NBR 14393 ⁽⁸⁾	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
d) Resistência à água, % min de cobertura	NBR 6300 ⁽¹⁴⁾					
Agregado seco		80	80	80	80	80
Agregado úmido		80	80	60	60	60
e) Mistura com cimento, % máx.	NBR 6297 ⁽¹⁵⁾	-	-	-	-	2
ou filler silício	NBR 6302 ⁽¹⁶⁾	-	-	-	-	1,2 -2,0
f) Carga de partícula	NBR 6567 ⁽¹⁷⁾	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva
g) pH, máx.	NBR 6299 ⁽¹⁸⁾	-	-	-	-	6,5
h) Destilação solvente destilado, % volume sobre o total da emulsão	NBR 6568 ⁽⁷⁾	0 – 3	0 – 3	0 – 20	0 – 12	–
resíduo,% mínimo, em peso		62	67	62	65	60
j) Desemulsibilidade, % peso, Mínimo	NBR 6569 ⁽¹⁹⁾	50	50	-	-	-
Máximo		-	-	50	50	-
Ensaio sobre o resíduo da emulsão						
a) Penetração a 25°C, 100g, 5s, 0,1 mm	NBR 6576 ⁽¹¹⁾	50–250	50–250	50–250	50–250	50–250
b) Teor de Betume,% mínimo em peso.	NBR 14855 ⁽²⁰⁾	97	97	97	97	97
c) Ductibilidade a 25°C, 5 cm/min, cm mínimo %, min.	NBR 6293 ⁽²¹⁾	40	40	40	40	40

* Fonte DNER EM 369/97 – Especificação de Material - Emulsões Asfálticas Catiônicas

/ANEXO D



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

CÓDIGO

ET-DE-P00/037

EMIÇÃO

fev/2006

e-DOC 4413E0D1
Proc 59570.001803/2021-01-e

REV.

A

FOLHA

24 de 27

**ANEXO D – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS MODIFICADAS POR POLÍMERO -
SBS**

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 SBS ^(*)					
CARACTERÍSTICAS	Métodos de Ensaio (ABNT)	Ruptura Rápida		Ruptura Lenta	Ruptura Controlada
		RR1C-S	RR2C-S	RL1C-S	RC1C-S (**)
Ensaio sobre a emulsão					
a) Viscosidade Saybolt-Furol, S, a 50°C	NBR 14491 ⁽⁶⁾	70 máx.	100 - 400	70 máx.	70 máx.
b) Sedimentação, % peso, máx.	NBR 6570 ⁽⁹⁾	5	5	5	5
c) Peneiração 0,84 mm, % peso, máx.	NBR 14393 ⁽⁸⁾	0,10	0,10	0,10	0,10
d) Resistência à água, % min de cobertura	NBR 6300 ⁽¹⁴⁾				
Agregado seco		80	80	80	80
Agregado úmido		80	80	60	60
e) Mistura com cimento, % máx.	NBR 6297 ⁽¹⁵⁾	-	-	2	-
ou fíler silícico	NBR 6302 ⁽¹⁶⁾	-	-	1,2-2,0	-
f) Carga de partícula	NBR 6567 ⁽¹⁷⁾	positiva	positiva	positiva	positiva
g) pH, máx.	NBR 6299 ⁽¹⁸⁾	-	-	6,5	6,0
h) Destilação	NBR 6568 ⁽⁷⁾				
solvente destilado a 360°C, % vol.		0-1	0-1	0-1	0-1
i) Resíduo seco, % peso, min.	NBR 14376 ⁽²²⁾	62	67	60	62
j) Desemulsibilidade, % peso, min.	NBR 6569 ⁽¹⁹⁾	50	50	-	-
Ensaio sobre o resíduo da emulsão					
a) Penetração a 25°C, 100g, 5s, 0,1 mm	NBR 6576 ⁽¹¹⁾	45-150	45-150	45-150	45-150
b) Ponto de amolecimento, °C, min.	NBR 6560 ⁽¹²⁾	50	55	55	55
c) Viscosidade Brookfield a 135°C, SP 21, 20 RPM, cP, min.	NBR 15184 ⁽²³⁾	550	650	650	650
d) Recuperação Elástica a 25°C, 20 cm, %, min.	NBR 15086 ⁽¹⁰⁾	65	75	75	75

(*) PROPOSIÇÃO DOS DISTRIBUIDORES DE ASFALTO – REUNIÃO DA ABEDA EM 10/10/2005
COM AS ALTERAÇÕES DO GT AMP EM 17/11/2005

(**) Esta emulsão deve atender a Tabela 5 da instrução ABNT NBR 14948 (Microrrevestimento Asfáltico a Frio Modificado por Polímero)



ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA (CONTINUAÇÃO)

ANEXO D – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS MODIFICADAS POR POLÍMERO - SBR

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 MODIFICADAS POR POLÍMERO SBR (*)

CARACTERÍSTICAS	Métodos de Ensaio (ABNT)	mínimo	máximo
Ensaio sobre a emulsão			
a) Viscosidade Saybolt-Furol, S, a 25°C	NBR 14491 ⁽⁶⁾	20	10
b) Sedimentação, % peso, máx.	NBR 6570 ⁽⁹⁾	-	5
c) Peneiração 0,84 mm, % peso, máx.	NBR 14393 ⁽⁸⁾	-	0,10
d) Carga de partícula	NBR 6567 ⁽¹⁷⁾	positiva	-
Ensaio sobre o resíduo da emulsão			
a) Penetração a 25°C, 100g, 5s, 0,1 mm	NBR 6576 ⁽¹¹⁾	50	100
b) Ponto de amolecimento, °C, min.	NBR 6560 ⁽¹²⁾	55	-
d) Viscosidade Brookfield a 135°C, SP 21,20 RPM, CP,	NBR 15184 ⁽²³⁾	550	-
e) Recuperação Elástica a 25°C, 20 cm, %, min.	NBR 15086 ⁽¹⁰⁾	60	-
f) Ductibilidade a 25°C, 5 cm/min, cm mínimo, %, min	NBR 6293 ⁽²¹⁾	60	-

* Fonte DNER EM 396/99 – Especificação de Material – Cimento Asfáltico Modificado por Polímero