TÍTULO

CAPA SELANTE

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Capa Selante.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ. **DER/PR ES-P 19/17**. Pavimentação: Capa Selante, Curitiba, 2017.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM – **DAER/RS**. **DAER ES-P 21/11**.Capa Selante, Porto Alegre, 2011.

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

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 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 Sequência das Operações 7
5.4 Abertura ao Tráfego 8
6 CONTROLE 8
6.1 Materiais 8
6.2 Controle da Execução 10
6.3 Controle Geométrico e de Acabamento 10
7 ACEITAÇÃO 10
7.1 Materiais 11
7.2 Execução 11
8 CONTROLE AMBIENTAL 12
8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais 12
8.2 Cimento e Emulsão Asfáltica 12
8.3 Execução 13
9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO 13
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 14
ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE 16
ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO 21
ANEXO C – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS 23
ANEXO D – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS MODIFICADAS POR POLÍMEROS ELASTOMÉRICOS 25

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 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.

Para rodovias com VDM acima de 1.000 veículos/dia deverá ser utilizada emulsão modificada por polímero.

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 elastomérico, tipo RR-2C-E.

As emulsões, emulsões modificadas por polímero elastomérico devem atender o especificado no anexo C, e D, 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.

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 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:

a) o material do qual originou-se o agregado miúdo deve apresentar desgaste abrasão *Los Angeles* igual ou inferior a 50%, conforme NBR 16974[(1)];

b) 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)];

c) equivalente de areia do agregado miúdo superior a 55%, conforme NBR 12052[(3)];

d) 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;

e) 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	0,075	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.

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 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 semidensas	Misturas asfálticas muito desgastadas superficialmente e moderadamente trincadas
Agregado miúdo (kg/m²)	2 a 4	2 a 3	3 a 5	4 a 6
RR – 2C, pura (l/m²)	0,5	-	0,8	-
RR – 2C, diluída em água para aplicação (l/m²)	1,0		1,0	-
RR com polímero (l/m²)	-	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.

Quando for necessária a utilização de melhorador de adesividade, este deverá ser adquirido separadamente e incorporado ao ligante asfáltico no canteiro de obras. Não será aceita a aquisição de ligante asfáltico com melhorador de adesividade já incorporado.

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:

a) área conveniente para estocagem de agregados, de modo que não se contaminem entre si, protegida contra poeira e intempéries;

b) 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;

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) caminhão distribuidor de ligante asfáltico, com sistema de aquecimento, bomba de pressão regulável, barra de distribuição de circulação plena e dispositivos de regulagem 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.

d) distribuidor de agregados, rebocável ou automotriz, capaz de proporcionar distribuição homogênea dos agregados nas quantidades de projeto:

e) 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 ºC.

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.

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.

As faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento são de 20 a 100 segundos, *Saybolt-Furol*, a 50ºC 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 solto.

5.3 Sequência das Operações

a) 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;

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) 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;

c) imediatamente após a aplicação do ligante asfáltico, o agregado especificado deve ser uniformemente espalhado na quantidade indicada em projeto;

d) 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;

e) 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 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)]

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 Emulsões asfálticas modificadas por polímero elastomérico

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 à 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:

a) abrasão Los Angeles conforme NBR 16974(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;

b) durabilidade conforme DNER ME 089(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;

c) equivalente de areia, um ensaio para cada carregamento que chegar à obra, conforme NBR 12052(3);

d) 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;

e) granulometria conforme NBR 17054(13), dois ensaios de granulometria por jornada de 8 horas trabalho em amostras coletadas na pista.

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 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 m^2 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:

a) verificação da temperatura do ligante imediatamente antes da aplicação no caminhão espargidor, comparando-se com a obtida no gráfico temperatura-viscosidade;

b) controle visual da uniformidade da aplicação do ligante asfáltico;

c) determinação da taxa de aplicação da emulsão asfáltica, para cada faixa de espargimento a cada 700 m^2 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/m^2, 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.

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.

7.1 Materiais

7.1.1 Emulsão Asfáltica

As emulsões asfálticas e as emulsões asfálticas modificadas por polímero elastomérico 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, e D, 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 ± 15% em relação à taxa de projeto.

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

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 ± 0,3 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:

a) não se admitem valores inferiores aos previstos para semilargura da plataforma, permitindo-se a tolerância de +10 cm;

b) variação máxima entre dois pontos de contato de qualquer uma das réguas e a superfície da camada seja inferior a 0,5 cm.

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 da capa selante.

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;

a) 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;

b) 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;

c) 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;

d) 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;

e) 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;

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 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.

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.

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 (Obs.: na TPU está como Capa Selante Tipo 2)	m²
XX.XX.XX.XX - Capa selante, faixa B	m²
XX.XX.XX.XX - Capa selante, faixa C	m²
23.09.01.04 – Capa selante, faixa D (Obs.: este item não consta na TPU)	m²
XX.XX.XX.XX - Capa selante, faixa E	m²

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 12583**. Agregado graúdo –Determinação da adesividade a ligante betuminoso. Rio de Janeiro, 2017.

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

6 ____. **NBR 14491**. Emulsões asfálticas – Determinação da viscosidade de Saybolt-Furol. Rio de Janeiro, 2007.

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

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

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

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

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

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

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

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

15 ____. **NBR 6297**. Emulsão asfáltica de ruptura lenta. - Determinação da ruptura – Método da mistura com cimento. Rio de Janeiro, 2012.

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

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

18 ____. **NBR 6299**. Emulsões asfálticas - Determinação do pH. Rio de Janeiro, 2012.

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

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

21 ____. **NBR 6293**. Ligantes asfálticos - Determinação da ductilidade. Rio de Janeiro, 2015.

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

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

_____

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. 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 Elastomérico				
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

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
1.3 Agregado Graúdo e Miúdo				
Abrasão Los Ángeles	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 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 17054[13]	Dois ensaios para cada camada, por jornada de 8 horas trabalho em amostras coletada na pista para cada tipo de agregado	Controle Bilateral $X = \overline{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \overline{X} + K_1 S \leq LSE$ 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
1.4 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 Sistêmica	-

/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
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 $X = \overline{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \overline{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	± 15 % da taxa de projeto
2.2 Ligante Asfáltico				
Temperatura de Aplicação	Termômetro bimetálico com precisão de 5ºC	Uma verificação antes de cada aplicação no caminhão espargidor	Resultados individuais	Parâmetro determinado pelo gráfico de Temperatura X 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 $X = \overline{X} - K_1 S \geq LIE$ e $X = \overline{X} + K_1 S \leq LSE$ Análise de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras	± 0,2 l / m^2 da taxa de 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
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;				

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	$X = \overline{X} - KS \geq LIE$ Ou	
4- Controle pelo limite superior	$X = \overline{X} + KS \leq LSE$	
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	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

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

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 *						
CARACTERÍSTICAS	**Métodos de Ensaio (ABNT)**	**Ruptura Rápida**		**Ruptura Média**		**Ruptura Lenta**
		RR-1C	**RR-2C**	**RM-1C**	**RM-2C**	**RL-1C**
Ensaios 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, % mín. 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 filer silícico	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	NBR 6568(7)					
solvente destilado, % volume sobre o total da emulsão		0 – 3	0 – 3	0 – 20	0 – 12	–
resíduo, % mínimo, em peso		62	67	62	65	60
j) Desemulsibilidade, % peso,	NBR 6569(19)					
Mínimo		50	50	-	-	-
Máximo		-	-	50	50	-
Ensaios 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 25ºC, 5 cm/mín., cm mínimo %, mín.	NBR 6293(21)	40	40	40	40	40

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

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 D – EMULSÕES ASFÁLTICAS CATIÔNICAS MODIFICADAS POR POLÍMEROS ELASTOMÉRICOS

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)**	**Métodos de Ensaio**
		Rápida	
		RR2C-E	**ABNT**
Ensaio sobre emulsão			
Viscosidade Saybolt Furol, a 50ºC	S	100 - 400	NBR 14491(6)
Sedimentação, máx.	% massa	5	NBR 6570(9)
Peneiração, 0,84 mm, máx.	% massa	0,1	NBR 14393(8)
Resistência à água, mín. de cobertura			
Agregado seco Agregado úmido	% %	80 80	NBR 6300(14)
Carga da partícula	-	positiva	NBR 6567(17)
pH, máx.	-	6,5	NBR 6299(18)
Destilação - solvente destilado a 360ºC	% volume	0 - 3	NBR 6568(7)
Resíduo seco, mín.	% massa	67	NBR 14376(22)
Desemulsibilidade,			
Mínimo Máximo	% massa % massa	50 -	NBR 6569(19)
Ensaios para o resíduo da emulsão obtido pela ABNT NBR 14896			
Penetração a 25ºC, 100g, 5s	0,1 mm	45 - 150	NBR 6576(11)
Ponto de amolecimento, mín.	ºC	55	NBR 6560(12)
Viscosidade Brookfield a 135ºC, SP21, 20RPM, mín.	cP	600	NBR 15184(23)
Recuperação elástica a 25ºC, 20 cm, mín.	%	70	NBR 15086(10)

* 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.