



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do Paraná -
DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
www.der.pr.gov.br

PAVIMENTAÇÃO: CAPA SELANTE

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 28/08/2017
Deliberação n.º 140/2017
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 19/05
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: capa selante

13
páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de capa selante para impermeabilização e melhoria superficial das condições de rolamento de revestimentos asfálticos porosos e/ou desgastados. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/17.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece a sistemática empregada na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a Especificação de Serviço DER/PR-ES P 19/05.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção de produtos e sua aplicação sobre a superfície de revestimentos asfálticos porosos e/ou desgastados, em obras rodoviárias sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- ANP - Emulsões asfálticas para pavimentação – Resolução nº 36/2012
 - ANP - Emulsões asfálticas catiônicas modificadas por polímeros elastoméricos – Resolução nº 36/2012
 - ASTM E-965 - Measuring Pavement Macrotecture Depth Using a Volumetric Technique
 - DNER-ME 035 - Agregados – determinação da abrasão Los Angeles
 - DNER-ME 054 - Agregados – determinação de equivalente de areia
 - DNER-ME 059 - Emulsões asfálticas – determinação da resistência à água
 - DNER-ME 079 - Agregado – adesividade a ligante betuminoso
 - DNER-ME 083 - Agregados – análise granulométrica
 - DNER-ME 089 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
- Manual de Pavimentação – DNER
Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR

3 DEFINIÇÃO

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

3.2 Capa selante com emulsão polimerizada: é o serviço executado por penetração invertida, envolvendo uma aplicação de emulsão asfáltica polimerizada e uma aplicação de agregado miúdo. Sua execução tem por finalidade principal o

incremento das condições de impermeabilização de revestimentos asfálticos, recém construídos, semi-abertos e abertos (PMFA, PMFSD e macadame asfáltico), com VDM acima de 1.000 veículos/dia, e também, de revestimentos asfálticos compostos de misturas asfálticas densas, desgastadas e com trincamento de severidade baixa a média, em função da exposição à ação do tráfego e das intempéries.

3.3 Penetração invertida ou indireta: corresponde à classificação da forma de penetração do ligante asfáltico, que é espargido antes da aplicação da camada de agregado miúdo.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem aprovação pelo DER/PR da calibragem do equipamento espargidor, conforme descrito no Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR;
- e) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- f) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra, deve apresentar o Certificado de Qualidade (Ensaio de especificação) correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço. Deve trazer também indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de serviço.

4.3 A temperatura de aplicação do material asfáltico deve ser determinada para o ligante empregado, em função da relação temperatura-viscosidade, adequada para o espalhamento.

4.4 No caso das emulsões, deve ser evitada a sedimentação nos depósitos, através da circulação periódica da mesma.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Materiais asfálticos

- a) É recomendado o emprego dos seguintes materiais:
- emulsão asfáltica de ruptura rápida tipo RR-2C
 - emulsão asfáltica polimerizada tipo RR2C-E .
- b) O emprego de outros ligantes pode ser admitido desde que tecnicamente justificado e com aprovação do DER/PR.

5.1.2 Agregados: os agregados utilizados podem ser constituídos de areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais devem ser resistentes e apresentar moderada angulosidade, livre de torrões de argila e outras substâncias nocivas, e apresentar as características a seguir descritas.

- a) O material que deu origem ao agregado miúdo deve apresentar desgaste Los Angeles igual ou inferior a 40% (DNER-ME 035), durabilidade com perda inferior a 15% (DNER-ME 089) e adesividade satisfatória (DNER-ME 059).
- b) Quando submetidos ao ensaio de equivalente de areia (DNER-ME 054), os agregados devem apresentar valores iguais ou superiores a 60%.
- c) A graduação dos agregados miúdos deve atender às condições de promover o melhor entrosamento possível e melhorar a macrotextura e as condições de segurança da superfície dos revestimentos asfálticos a serem tratados.
- d.1) Os agregados utilizados são produtos de britagem (pedrisco, pó-de-pedra, granilha) e areia natural ou artificial (média a grossa).
- d.2) De acordo com as rochas matrizes principais (basalto e granito) e em função dos tipos de conjuntos de britagem, instalados nas pedreiras no Estado do Paraná, usualmente os produtos britados apresentam as seguintes características granulométricas.

Peneiras de malha quadrada		Porcentagem passando, em peso			
ABNT	Abertura, mm	Pedrisco	Granilha	Pó-de-pedra	Pedrisco + pó-de-pedra
$\frac{3}{8}$ "	9,5	100	–	100	100
nº 4	4,8	40 – 50	100	95 – 100	80 – 100
nº 10	2,0	5 – 10	10 – 20	65 – 80	60 – 80
nº 40	0,42	2 – 8	0 – 5	30 – 40	15 – 30
nº 80	0,18	2 – 5	0 – 5	18 – 30	10 – 20
nº 200	0,074	0 – 2	0 – 2	12 – 25	5 – 12

- d.3) As areias média e grossa, usualmente extraídas nos portos de areia do Estado do Paraná, apresentam as seguintes características granulométricas.

Peneiras de malha quadrada		Porcentagem passando, em peso	
ABNT	Abertura, mm	Areia média	Areia grossa
nº 4	4,8	95 – 100	95 – 100
nº 10	2,0	85 – 100	60 – 70
nº 40	0,42	40 – 60	18 – 30
nº 80	0,18	0 – 10	5 – 12
nº 200	0,074	0 – 2	0 – 2

5.2 Dosagem

5.2.1 Não é possível uma dosagem racional da capa selante, por método direto ou indireto, devido a sua natureza e a influência preponderante das características da superfície a ser tratada. Geralmente, usam-se taxas de agregado e de ligante asfáltico estabelecidos pela experiência, conforme valores demonstrados a seguir.

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

5.3 Equipamento

5.3.1 Todo o equipamento, antes do início da execução dos serviços, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.3.2 É obrigatório, para o início dos trabalhos, que o canteiro de serviço esteja instalado, contando no mínimo com as quantidades de equipamentos indicadas em projeto, classificados em:

- área conveniente para estocagem dos diversos tipos de agregados, com o objetivo de impedir mistura entre eles, bem como protegê-los de poeira ou partículas lançadas pelo tráfego de estradas próximas;

- 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;
- c) equipamento espargidor de material asfáltico, equipado com bomba reguladora de pressão e sistema completo e adequado de aquecimento, capaz de aplicar o material em quantidade e temperatura uniformes. As barras de distribuição devem ser de circulação plena, com ajuste vertical e largura variável. Deve ser equipado ainda com tacômetro, termômetros, medidor de volume e dispositivo de aplicação manual para pequenas correções;
- d) distribuidor de agregados rebocável ou automotriz, capaz de proporcionar distribuição homogênea dos agregados;
- e) rolo de pneus autopropulsor, de pressão regulável;
- f) rolo compactador tipo tandem;
- g) compressor de ar com potência suficiente para promover, por jateamento, a perfeita limpeza da superfície a revestir, antes do início do tratamento superficial;
- h) caminhões basculantes;
- i) pá-carregadeira ou retro-escavadeira;
- j) caminhão irrigador, equipado com moto-bomba;
- k) vassouras mecânicas ou manuais;
- l) dispositivos que permitam manter constante a altura da barra espargidora em relação à superfície de espargimento;
- m) vassouras de arrasto ou dispositivos similares, para corrigir possíveis falhas de distribuição dos agregados;
- n) ferramenta apropriada para possibilitar a colocação de qualquer bico espargidor no ângulo correto formado entre a fresta do bico e a barra espargidora;
- o) ferramentas manuais, tais como: pás, enxadas, ancinhos, garfos, rastelos e demais ferramentas.

5.4 Execução

5.4.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.4.2 Previamente, deve ser feita a limpeza e varredura da superfície a tratar, aplicando-se pintura asfáltica (pintura de ligação), na taxa de 0,6 a 0,8 l/m² de RR-2C diluída na proporção de 1:1 (50% emulsão + 50% água).

5.4.3 Sobre a pista, convenientemente demarcada, é iniciado o serviço com a primeira aplicação de ligante asfáltico, de modo uniforme, na taxa especificada em projeto e em temperatura que proporcione viscosidade adequada de aplicação. Eventuais excessos ou falta de material devem ser imediatamente corrigidos.

5.4.4 Imediatamente após a aplicação do material asfáltico, o agregado especificado deve ser uniformemente espalhado, com o equipamento de distribuição de agregados aceito pelo DER/PR e na quantidade indicada em projeto. Eventuais falhas de aplicação devem ser prontamente corrigidas.

5.4.5 A rolagem deve ter início imediato, com a utilização do rolo de pneumáticos, utilizando-se um número de coberturas apenas suficiente para proporcionar perfeita acomodação do agregado, sem causar danos à superfície a revestir.

5.4.6 Após a compressão com rolo de pneus, emprega-se o rolo liso tipo tandem, com sobreposição, para complementar e dar a conformação final do serviços.

5.4.7 No caso de paralisação súbita e imprevista do equipamento distribuidor de agregados, o agregado é espalhado manualmente, na superfície já coberta com o material asfáltico, procedendo-se à compressão o mais rápido possível.

5.4.8 O esquema de espargimento adotado deve proporcionar recobrimento triplo, em toda a largura da camada. Especial atenção deve ser conferida às regiões anexas ao eixo e bordos, de forma a evitar, nesses locais, a falta ou o excesso relativos de ligante.

5.4.9 A compressão da camada é executada no sentido longitudinal, iniciando no lado mais baixo da seção transversal e progredindo no sentido do lado mais alto.

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

5.4.11 Para evitar excesso de ligante na junta transversal, é colocada sobre a superfície tratada com capa selante, uma faixa de papel adequado, com largura mínima de 0,80 m.

5.4.12 Deve ser evitada a coincidência das juntas longitudinais para cada aplicação de ligante.

5.4.13 A aplicação de ligante, na largura da camada, deve ser feita com o menor número possível de passagens do equipamento espargidor.

5.4.14 Durante a operação de espalhamento dos agregados, deve ser evitada a aplicação em excesso, já que sua correção é mais difícil do que a adição de material faltante.

5.4.15 Não é permitido o tráfego quando da aplicação do ligante asfáltico ou do agregado miúdo.

5.4.16 O tráfego somente é liberado após decorridos no mínimo 30 minutos da conformação final da superfície, de maneira controlada por um período mínimo de 24 horas.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de capa selante, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de emulsão asfáltica e agregados.

6.2 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados e o estoque de ligante asfáltico.

6.3 Agregados: no decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras, devem ser considerados os cuidados principais a seguir descritos.

- a) A brita somente é aceita após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Registro de Ocorrências da obra.
- b) Exigir a documentação atestando a regularidade das instalações da pedreira, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente, caso os agregados sejam fornecidos por terceiros.
- c) Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.
- d) Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos.
- e) Impedir queimadas como forma de desmatamento.
- f) 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.

6.4 Emulsão asfáltica catiônica

- a) Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.
- b) Vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada ou em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais.

6.5 Quanto à instalação

- a) Atribuir à contratante (DER/PR) responsabilidade pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento.
- b) Atribuir à executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedra industrial, quando for o caso.
- c) Recuperar a área afetada pelas operações de construção e execução, mediante a remoção dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

6.6 Operação

- a) Dotar os silos de estocagem de agregados de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.
- b) Manter em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle.

6.7 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução, referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

7.2.1 A fiscalização poderá a qualquer momento, solicitar acompanhamento de execução de ensaio de confirmação de resultados considerados insatisfatórios.

7.3 O controle interno de qualidade do material consta, no mínimo, dos ensaios a seguir descritos.

7.3.1 Emulsão asfáltica

- Observar item 4.2 das Condições Gerais

7.3.2 Agregados

- um ensaio de granulometria, por via lavada, no mínimo, para cada tipo de agregado, a cada 2.500 m² de aplicação;
- um ensaio de abrasão Los Angeles no início da obra, e sempre que houver variação na natureza do material;

- um ensaio de durabilidade no início do serviço, e sempre que houver variação na natureza do material;
- um ensaio de adesividade, no início do serviço, para verificação da compatibilidade da emulsão - agregado mineral. Repetir, se houver alteração nos materiais.

7.4 Controle interno da execução

7.4.1 Controle da aplicação do agregado mineral: a determinação da taxa de agregado por faixa de espalhamento, expressa em kg/m², é feita com uma determinação para cada 700 m². A metodologia é abordada no Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR.

7.4.2 Controle da aplicação do ligante asfáltico

- a) A temperatura do ligante asfáltico deve ser medida no caminhão espargidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz a temperatura preconizada.
- b) A taxa de ligante é determinada em l/m², por aplicação e por faixa de espalhamento, a cada 700 m². A metodologia é detalhada no Manual de Execução do DER/PR.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na verificação da largura da plataforma, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, por medidas à trena em espaçamento de, pelo menos, 20 m.

8.3 Controle de acabamento da superfície: são apreciadas em bases visuais.

8.4 Verificação final da qualidade

8.4.1 Acabamento e segurança

- a) A macrotextura é avaliada, à razão de uma determinação a cada 500 m de faixa, pelo ensaio de mancha de areia (ASTM E-965). Opcionalmente, os ensaios de mancha de areia podem ser substituídos, a critério do DER/PR, por medições a laser, em panos de 20 m situados a cada 500 m de faixa.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

- a) Todos os ensaios dos materiais indicados em 7.3 devem atender aos requisitos especificados em 5.1.

9.2 Aceitação da execução

- a) Os equipamentos espargidores tenham sido devidamente aferidos e, juntamente com os demais, mantenham adequadas condições de funcionamento ao longo da obra.
- b) A quantidade de ligante, por aplicação, situe-se no intervalo de $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem. Para a taxa total, admite-se tolerância de $\pm 8\%$ em relação ao projeto.
- c) A quantidade total do agregado mineral situe-se no intervalo de $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas a seguinte condição:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada.

9.4 Aceitação do acabamento e das condições de segurança

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

- a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto do serviço, isentas de desníveis e saliências indesejáveis;
- b) a superfície apresente-se desempenada e homogênea;
- c) os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia devem ser igual $0,60 \text{ mm} \leq HS \leq 1,20 \text{ mm}$ para análises estatísticas.

9.5 Condições de conformidade e não-conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado ou } \bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto: não conformidade;}$

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado ou } \bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto: conformidade;}$

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Onde:

x_i = valores individuais

\bar{X} = média da amostra

s = desvio padrão

k = adotado o valor 1,25

n = número de determinações, no mínimo 9

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;

Se $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo serviço incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

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

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é efetuado, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representam a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 O preço unitário está sujeito à nova composição, baseada nas taxas efetivamente aplicadas de agregados e de ligante.