



**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

DER/PR ES-P 30/17

PAVIMENTAÇÃO: MICRO REVESTIMENTO ASFÁLTICO A FRIO COM EMULSÃO MODIFICADA POR POLÍMEROS ELASTOMÉRICOS

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 30/05

Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: recuperação superficial,
rejuvenescimento, micro revestimento asfáltico à
frio

12
páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de micro revestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímeros elastoméricos para selagem, impermeabilização, rejuvenescimento e conservação de pavimentos flexíveis. 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 os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base a especificação de DER/PR ES-P 30/05 e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no Estado do Paraná.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção dos produtos e na aplicação de mistura asfáltica a frio, tipo micro revestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímeros elastoméricos, para rejuvenescimento e impermeabilização de superfícies asfálticas desgastadas de revestimentos porosos e/ou fissurados, em obras rodoviárias sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- ANP – Emulsões asfálticas catiônicas modificadas por polímeros elastoméricos – Resolução nº 36/2012
- ASTM-D 2172 – Quantitative Extraction of Bitumen From Bituminous Paving Mixtures – método B;
- ASTM-E 965 - Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique (Mancha de areia)
- ABNT NBR 14746 - Microrrevestimento a frio e lama asfáltica – Determinação de perda por abrasão úmida (WTAT);
- ABNT NBR 14757 - Microrrevestimentos e lamas asfálticas - Determinação da adesividade de misturas;
- ABNT NBR 14758 - Microrrevestimentos asfálticos - Determinação do tempo mínimo de misturação;
- ABNT NBR 14798 - Microrrevestimento asfáltico - Determinação da coesão e características da cura pelo coesímetro;
- ABNT NBR 14841 – Microrrevestimento a frio - Determinação do excesso de asfalto e adesão de areia pela máquina LWT;
- DNER-ME 035 - Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”;
- DNER-ME 053 - Misturas betuminosas – percentagem de betume;
- DNER-ME 054 - Equivalente de areia;
- DNER-ME 083 - Agregados – análise granulométrica;
- DNER-ME 089 - Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- DNER-PRO 277: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- DNIT 011-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias;
- 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 Micro revestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímeros elastoméricos é a mistura de agregados miúdos, material de enchimento (filler) água e emulsão asfáltica modificada por polímeros elastoméricos, aditivos se necessários, com consistência fluida e uniformemente aplicada.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução de microrrevestimento asfáltico a frio com emulsão modificada por polímeros elastoméricos:

- a) sem o preparo prévio da superfície caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar;
- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra conforme as Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme o Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia do DER/PR do projeto de dosagem da mistura;
- e) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- f) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de emulsão asfáltica que chegar à obra deve apresentar Certificado de Qualidade (Ensaio de especificação), além de trazer indicação clara da procedência, do tipo, da quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de serviço.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais

- Todos os materiais utilizados devem atender às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Materiais asfálticos (Especificações Técnicas ANP)

- É recomendado o emprego de emulsão asfáltica catiônica modificada por polímero elastomérico de ruptura controlada (RC1C-E)

5.1.2 Aditivos

- podem ser empregados para acelerar ou retardar a ruptura da emulsão na execução do micro revestimento asfáltico a frio.

5.1.3 Água

5.1.3.1 Deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, de matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais.

5.1.3.2 Deve ser empregada na quantidade necessária que promova a consistência adequada da mistura.

5.1.4 Agregado

5.1.4.1 Constituído de areia, pedrisco, pó de pedra e filler, ou mistura deles , satisfazendo as seguintes condições:

- deve ser utilizada areia lavada composta por partículas individuais resistentes e limpas;
- 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% quando usado sulfato de sódio (DNER-ME 089);
- equivalente de areia igual ou superior a 60% (DNER-ME 054);
- o material de enchimento a ser empregado é composto por filler, tais como cimento portland ou cal hidratada tipo CH-I, que atendam a seguinte granulometria:

Peneira de malha quadrada		Percentagem passando em peso
ABNT	Abertura, mm	
n.º 40	0,42	100
n.º 80	0,18	95 – 100
n.º 200	0,074	65 - 100

5.2 Composição granulométrica da mistura de agregados

5.2.1 Deve satisfazer aos requisitos do quadro a seguir apresentado, inclusive quanto às tolerâncias quando ensaiadas pelo método DNER-ME 083.

Peneira de malha quadrada		Porcentagem passando, em peso			Tolerância na curva de projeto (%)
ABNT	Abertura, mm	Faixa I	Faixa II	Faixa III	
½"	12,5	-	-	100	-
¾"	9,5	100	100	85 – 100	± 5
n.º 4	4,75	90 – 100	70 – 90	60 – 87	± 5
n.º 8	2,36	65 – 90	45 – 70	40 – 60	± 5
n.º 16	1,18	45 – 70	28 – 50	28 – 45	± 5
n.º 30	0,60	30 – 50	19 – 34	19 – 34	± 5
n.º 50	0,33	18 – 30	12 – 25	14 – 25	± 5
n.º 100	0,15	10 – 21	7 – 18	8 – 17	± 3
n.º 200	0,075	5 – 15	5 – 15	4 – 8	± 2

5.2.2 As tolerâncias na curva de projeto constantes do quadro anterior são permitidas desde que os limites da faixa granulométrica não sejam ultrapassados.

5.3 Características da mistura - dosagem

5.3.1 A dosagem adequada do micro revestimento é realizada com base nos ensaios recomendados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas atendendo as seguintes características:

Teste	Descrição	Limites especificados
ABNT NBR 14746	Perda por abrasão em meio aquoso – uma hora de imersão (WTAT)	538 g/m ² , máximo
ABNT NBR 14841	Excesso de asfalto por efeito de roda e adesão de areia (LWT)	538 g/m ² , máximo
ABNT NBR 14757	Adesão por molhagem (adesividade)	90%, mínimo
ABNT NBR 14798	Coessão por molhagem (30 minutos)	12 kg.cm, mínimo
	Coessão por molhagem (60 minutos)	20 kg.cm, mínimo
ABNT NBR 14758	Tempo de mistura, 25 ± 1° C	120 s, mínimo

5.3.2 As taxas de aplicação de agregados e ligante asfáltico são definidas no projeto de dosagem. Usualmente o consumo necessário encontra-se nos intervalos estabelecidos no quadro a seguir:

Material	Unidade	Limites especificados		
		Faixa I	Faixa II	Faixa III
Asfalto residual	% em peso do agregado seco	7,0 – 13,0	6,5 – 11,5	5,0 – 8,0
Filler	% em peso do agregado seco	0 – 3	0 – 3	0 – 2
Polímero	% em peso do asfalto residual	3 mínimo	3 mínimo	3 mínimo
Taxa de aplicação da mistura	kg/m ²	6 – 11	8 – 16	15 – 30
Espessura	mm	4 – 15	6 – 20	12 – 30

5.4 Equipamento

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

5.4.2 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 conforme a seguir apresentado.

a) Equipamento de limpeza:

- vassoura mecânica rotativa;
- compressor de ar;
- caminhão-pipa.

b) Equipamento de transporte e estocagem de material:

- depósito apropriado para estocagem de agregados;
- tanque para armazenamento de emulsão asfáltica;
- tanque de depósito para água e/ou caminhão-pipa;
- pá carregadeira;
- caminhão basculante.

c) “Caminhão usina” de micro revestimento para produção de mistura e espalhamento.

5.5 Execução

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

5.5.2 Para a perfeita execução, bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral” os procedimentos sobre a execução prévia e obrigatória de segmento experimental a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR.

5.5.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender aos limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido o Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, que devem ser obedecidas em toda a fase de execução desse serviço pela executante.

5.5.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites especificados nos ensaios, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.5.5 Preparo da superfície

5.5.5.1 A superfície deve estar limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais, a pintura de ligação geralmente não é necessária, porém é recomendada quando a aplicação é feita sobre pavimentos desgastados e com textura aberta e porosa e com fissuras que necessitam de selagem.

5.5.5.2 Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados previamente à aplicação da mistura.

5.5.6 Aplicação da mistura

5.5.6.1 Com velocidade uniforme, a mais reduzida possível, é dada a partida do “caminhão-usina” e iniciada a aplicação da mistura. Em condições normais a operação se processa com bastante simplicidade. A maior preocupação consiste em observar a consistência da massa abrindo ou fechando a alimentação da água de modo a obter uma consistência homogênea e manter a caixa distribuidora uniformemente carregada de mistura.

5.5.6.2 As possíveis falhas de execução, tais como escassez ou excesso de mistura e irregularidade na emenda de faixas, devem ser corrigidas imediatamente após a execução. A escassez é corrigida com adição de mistura e os excessos com a retirada por meio de rodos de madeira ou de borracha. Após essas correções a superfície áspera deixada é alisada com a passagem suave de qualquer tecido espesso umedecido com a própria mistura ou com emulsão.

5.5.7 Abertura ao tráfego

5.5.7.1 O tráfego somente é liberado após a conformação final da superfície e quando o micro revestimento apresentar coesão suficiente para evitar arrancamento superficial de agregados.

5.5.7.2 O tempo médio necessário para liberação ao tráfego é de uma hora e trinta minutos.

5.5.7.3 Deve ser feito controle de operação do tráfego liberado por um período mínimo de 24 horas.

6 MANEJO AMBIENTAL

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

6.2 Agregados

6.2.1 A brita e a areia somente são aceitas com apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra.

6.2.2 Exigir a documentação emitida por órgão ambiental competente atestando a regularidade das instalações da pedreira/areal, assim como sua operação quando esses materiais forem fornecidos por terceiros.

6.2.3 Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.

6.2.4 Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a produção e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos.

6.2.5 É proibida a utilização de queimadas como forma de desmatamento e limpeza. Para desmatamento é necessário obter a respectiva autorização junto ao órgão ambiental competente.

6.2.6 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.

6.3 Emulsão asfáltica

6.3.1 Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.

6.3.2 Reaproveitar o refugo dos materiais para melhoramento dos acessos às pequenas propriedades lindeiras conforme as condições a seguir descritas ou ter disposição final de acordo com a Lei Estadual nº 12.493/99, regulamentada pelo Decreto nº 6.674/02 e pelas normas e especificações vigentes:

- a) o refugo em sólido (massa) pode ser reaproveitado desde que devidamente espalhado e compactado;
- b) o refugo em estágio líquido pode ser reaproveitado desde que misturado com qualquer agregado, inclusive solo local que permita condição de tráfego, sendo devidamente espalhado e compactado.

6.4 Quanto à instalação

6.4.1 A contratante é responsável pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento.

6.4.2 A executante é responsável pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedreira industrial, quando for o caso.

6.4.3 As áreas afetadas pelas operações de construção e execução devem ser recuperadas mediante a remoção dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

6.5 Operação

6.5.1 Dotar os silos de estocagem de agregados de proteção lateral e cobertura para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.

6.5.2 Dotar os silos de estocagem de filler de sistema próprio de filtragem a seco.

6.5.3 Manter em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle.

6.6 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 consta, no mínimo, dos ensaios apresentados a seguir:

7.3.1 Materiais asfálticos

- Item 4.2 das Condições Gerais

7.3.2 Agregados

Quantidade	Ensaio
a) No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedra	
01	Durabilidade
01	Abrasão Los Angeles
01	Adesividade
b) Para cada 7.000 m² aplicados	
01	Granulometria de cada agregado da composição
01	Equivalente de areia

7.4 Controle da execução

Quantidade	Ensaio
01	Extração de ligante pelo método de centrifugação, no mínimo, a cada 7.000 m ²
01	Extração de ligante segundo ASTM-D 2172 – método B a cada 35.000 m ²
01	Granulometria da mistura proveniente do ensaio de extração.

7.4.1 Controle da mistura asfáltica e acabamento

- a) O acabamento da superfície é verificado visualmente, devendo se apresentar desempenada e com o mesmo aspecto e textura obtidos no segmento experimental aprovado.

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 júízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 Verificação final da qualidade.

8.3.1 Alinhamentos: a verificação dos alinhamentos do eixo e bordos, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena.

8.3.2 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

9.1.1 Os agregados recebidos e utilizados na obra são aceitos desde que atendam ao especificado em 5.1.4.

9.1.2 A água utilizada é aceita desde que atenda ao especificado em 5.1.3.

9.1.3 A emulsão asfáltica modificada por polímeros elastoméricos é aceita desde que atenda ao especificado em 5.1.1

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Quantidade de ligante e graduação da mistura de agregados:

- a) a percentagem de ligante residual pode variar, no máximo, $\pm 0,3\%$ da fixada no projeto de dosagem;
- b) a granulometria da mistura deve atender ao especificado em 5.2

9.2.3 Os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia devem ser $HS \geq 0,60$ mm para valores individuais e $0,60 \text{ mm} \leq HS \leq 1,20$ mm para análises estatísticas.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos desde que a largura da plataforma não seja menor que a prevista para a camada.

9.4 Aceitação das condições de acabamento

9.4.1 O serviço é aceito desde que atendidas as seguintes condições:

- a) as juntas executadas apresentem-se homogêneas em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências indesejáveis.
- b) a superfície apresente-se bem desempenada e homogênea.

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

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

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

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

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas estiverem em conformidade com o disposto nesta especificação, caso contrário deve ser 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 somente serão atestados como parcela adimplente para 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 que 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 deve estar relacionado à faixa de micro revestimento utilizada.

11.4 O preço unitário está sujeito à nova composição baseada no traço aprovado pelo DER/PR.