



**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 36/17

PAVIMENTAÇÃO: TRATAMENTOS SUPERFICIAIS – LIGANTES CONVENCIONAIS E MODIFICADOS

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 18/05 E ESP-
29/05
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavra-chave: revestimento; tratamento
superficial; ligantes modificados

20 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de tratamentos superficiais simples, duplos e triplos. 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 18/05 e DER/PR-ES P 29/05.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção de produtos e na execução de revestimentos asfálticos, do tipo tratamento superficial simples, duplo e triplo, com o objetivo de construir, rejuvenescer ou conservar pavimentos asfálticos.

2 REFERÊNCIAS

- ABNT/NBR 14329 - Determinação expedita da resistência à água (adesividade) sobre agregados graúdos;
- ANP - Cimentos asfálticos de petróleo - Resolução nº 19/05
- ANP - Cimentos asfálticos de petróleo modificados por polímeros elastoméricos - Resolução nº 32/10
- ANP - Cimentos asfálticos de petróleo modificados por borracha moída de pneus – Resolução nº 39/08
- ANP - Emulsões asfálticas para pavimentação - Resolução nº 36/12
- ANP - Emulsão asfáltica catiônica modificada por polímeros elastoméricos - Resolução nº 36/12
- ASTM E-965 - Measuring Pavement Macrotecture Depth Using a Volumetric Technique
- ASTM D 2172 - Quantitative Extraction of Betumen From Bituminous Paving Mixtures - Método B:
- DNER-ME 035 - Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”
- DNER-ME 078 - Agregado graúdo – 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
- DNER-PRO 164 - Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores - IPR/USP e Maysmeter)
- DNER-PRO 182 - Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e Maysmeter
- DNER-PRO 277 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
- DNIT 011-PRO - Gestão da qualidade em obras rodoviárias
- 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 Tratamento superficial: é o serviço por penetração que envolve aplicações alternadas de ligante asfáltico e agregados minerais, em operação simples ou múltipla.

3.2 Tratamento superficial simples – TSS: é a camada de revestimento ou de recuperação superficial de pavimento asfáltico, constituída de uma aplicação de ligante betuminoso, coberta por uma camada de agregado mineral, submetido à compressão.

3.3 Tratamento superficial duplo – TSD: é a camada de revestimento ou de recuperação superficial de pavimento asfáltico, constituída por duas aplicações sucessivas de ligante betuminoso, cobertas cada uma por camada de agregado mineral, submetidos à compressão.

3.4 Tratamento superficial triplo – TST: é a camada de revestimento ou de recuperação superficial de pavimento asfáltico, constituída por três aplicações sucessivas de ligante betuminoso, cobertas cada uma por camada de agregado mineral, submetidos à compressão.

3.5 Penetração direta: corresponde à classificação da forma de penetração do ligante, que neste caso é espargido sobre a camada de agregado mineral.

3.6 Penetração indireta: corresponde à classificação da forma de penetração do ligante, que neste caso é espargido antes da aplicação da camada de agregado mineral.

3.7 Penetração mista: corresponde à classificação da forma de penetração do ligante, que neste caso é espargido parte da taxa de ligante betuminoso antes da aplicação da camada do agregado mineral e a outra parte da taxa de ligante betuminoso sobre a camada do agregado mineral.

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 a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem;

- e) sem aprovação pelo DER/PR do equipamento espargidor;
- f) sem a execução inicial do segmento experimental, conforme descrito no capítulo Informações e Recomendações de Ordem Geral, constante nas Especificações de Serviços Rodoviários do DER/PR;
- g) quando a temperatura ambiente for igual ou inferior a 10°C;
- h) em dias de chuva.

4.2 Todo carregamento de ligante betuminoso 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.

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 da utilização de melhorador de adesividade, deve ser exigido que este aditivo seja adicionado ao ligante no canteiro da obra, sendo obrigatória a circulação da mistura ligante-aditivo. De preferência, deve-se fazer essa mistura com a circulação do ligante asfáltico no próprio equipamento espargidor.

4.5 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:
 - Cimentos Asfálticos de Petróleo, CAP 150-200 atendendo a Resolução nº 19/2005 da ANP
 - Cimentos Asfálticos de Petróleo modificados por polímeros elastoméricos atendendo a Resolução nº 32/2010 da ANP
 - Cimentos Asfálticos de Petróleo modificados por borracha moída de pneus Tipo AB-22 atendendo a Resolução nº 39/2008 da ANP
 - Emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida tipo RR-2C atendendo a Resolução nº 36/2012 da ANP
 - Emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida modificada por polímero elastomérico tipo RR2C-E atendendo a Resolução nº 36/2012 da ANP
- 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 devem ser constituídos por rocha sã ou seixo rolado, britados. Em qualquer caso, devem ser atendidas as condições gerais, a seguir relacionadas, para o agregado empregado.

- a) Devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais.
- b) Na composição dos tratamentos devem ser utilizados agregados de mesma natureza.
- c) Os agregados, nos tratamentos múltiplos, não devem possuir mais do que um por cento passando na peneira n.º 200, em peneiramento efetuado por lavagem do agregado.
- d) Para o agregado retido na peneira n.º 4 a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 035) não deve ser superior a 40%.
- e) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos, pelo método DNER-ME 089, os agregados utilizados devem apresentar perdas iguais ou inferiores aos seguintes limites:
 - agregado graúdo: 12%;
 - agregado miúdo: 15%.
- f) Quando o agregado for obtido por britagem de seixos rolados, ao menos 95% dos fragmentos retidos na peneira n.º 4, em peso, devem apresentar uma ou mais faces resultantes de fratura.
- g) Para os agregados retidos na peneira n.º 4, a percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade descrito no Manual de Execução do DER/PR, não pode ser superior a 20%.
- h) A graduação dos agregados deve atender às condições a seguir descritas.
 - h.1) Em cada camada, o tamanho dos agregados deve ser o mais uniforme possível (condição homométrica), isto é, os agregados devem tender a um só tamanho. Os agregados assim considerados são definidos pela relação:

$$d / D$$

onde:

d (tamanho mínimo efetivo) – é o tamanho em milímetros, obtido a partir da curva granulométrica e que corresponde a:

25% passando, em peso, para $VDM \leq 2.000$ ou,
15% passando, em peso, para $VDM > 2.000$

D (tamanho máximo efetivo) – é o tamanho em milímetros, obtido a partir da curva granulométrica e que corresponde a:

80% passando, em peso, para $VDM \leq 2.000$ ou,
90% passando, em peso, para $VDM > 2.000$.

A relação d / D deve ser:

$\geq 0,65$ para $VDM > 2.000$

$\geq 0,50$ para $VDM \leq 2.000$

h.2) Nos tratamentos múltiplos, o tamanho relativo do agregado, nas várias camadas, deve ser escolhido de forma tal que o tamanho médio $(D + d) / 2$, do agregado de cada camada, seja aproximadamente a metade do correspondente ao tamanho médio da camada imediatamente inferior. Estas duas condições tem o objetivo de promover um bom travamento entre as camadas, proporcionando aos tratamentos superficiais maior durabilidade e menor consumo de materiais.

i) Atendendo as condições de “h.1” e “h.2”, são indicadas as faixas granulométricas apresentadas nos Quadro 1, 2, 3, 4 e 5.

Quadro 1: Tratamento superficial simples – TSS				
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso		Tolerâncias da faixa de projeto
ABNT	Abertura, mm	Faixas		
		A	B	
1/2"	12,7	100	–	± 7
3/8"	9,5	85 – 100	100	± 7
nº 4	4,8	10 – 30	85 – 100	± 5
nº 10	2,0	0 – 10	10 – 40	± 5
nº 200	0,074	0 – 2	0 – 2	± 2

Quadro 2: Tratamento superficial simples com asfalto borracha – TSS AB					
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso			Tolerâncias da faixa de projeto
ABNT	Abertura, mm	Faixas			
		A	B	C	
3/4"	19,1	100	–	–	± 7
1/2"	12,7	85 – 100	100	100	± 7
3/8"	9,5	0 – 30	85 – 100	85 – 100	± 7
1/4"	6,3	0 – 5	0 – 30	–	± 5
nº 4	4,8	–	0 – 5	10 – 30	± 5
nº 10	2,0	–	–	0 – 10	± 5
nº 200	0,074	0 – 1	0 – 1	0 – 2	± 2

Quadro 3: Tratamento Superficial Duplo – TSD						
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso				Tolerâncias da faixa de projeto
ABNT	Abertura, mm	Duplo A		Duplo B		
		1ª cam.	2ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	
1"	25,4	100	–	–	–	± 7
3/4"	19,1	90 – 100	–	–	–	± 7
1/2"	12,7	20 – 45	100	100	–	± 7
3/8"	9,5	0 – 10	80 – 100	85 – 100	100	± 7
nº 4	4,8	0 – 5	40 – 70	10 – 30	85 – 100	± 5
nº 10	2,0	–	0 – 10	0 – 10	10 – 40	± 5
nº 200	0,074	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	± 2

Quadro 4: Tratamento Superficial Duplo com Asfalto Borracha – TSD AB						
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso				Tolerâncias da faixa de projeto
ABNT	Abertura, mm	Duplo A		Duplo B		
		1ª cam.	2ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	
1"	25,4	100	–	100	–	± 7
3/4"	19,1	85 – 100	–	90 – 100	–	± 7
1/2"	12,7	0 – 30	100	20 – 45	100	± 7
3/8"	9,5	0 – 5	85 – 100	0 – 10	85 – 100	± 7
1/4"	6,3	–	0 – 30	–	–	± 5
nº 4	4,8	–	0 – 5	0 – 5	10 – 30	± 5
nº 10	2,0	–	–	–	0 – 10	± 5
nº 200	0,074	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 2	± 2

Quadro 5: Tratamento Superficial Triplo – TST											
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso									Tolerâncias da faixa de projeto
ABNT	Abertura, mm	Triplo I-4			Triplo I-5			Triplo I-6			
		1ª cam.	2ª cam.	3ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	3ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	3ª cam.	
1"	25,4	–	–	–	100	–	–	–	–	–	± 7
7/8"	22,2	–	–	–	–	–	–	100	–	–	± 7
3/4"	19,1	100	–	–	90–100	–	–	–	–	–	± 7
5/8"	15,9	90 – 100	–	–	–	–	–	–	–	–	± 7
1/2"	12,7	–	–	–	20 – 45	100	–	0 – 30	100	–	± 7
3/8"	9,5	20 – 50	100	–	0 – 10	90–100	–	0 – 5	90–100	100	± 7
nº 4	4,8	0 – 10	65 – 85	100	0 – 5	20 – 55	100	–	10 – 40	85–100	± 5
nº 8	2,4	–	–	45–85	–	–	–	–	–	–	± 5
nº 10	2,0	–	0 – 10	20–35	–	0 – 10	15 – 35	–	0 – 15	10 – 35	± 5
nº 16	1,2	–	–	0 – 12	–	–	–	–	–	–	± 3
nº 40	0,42	–	–	0 – 8	–	–	0 – 5	–	–	0 – 5	± 3
nº 200	0,074	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1	± 2

5.2 Dosagem

5.2.1 A partir da seleção da composição granulométrica desejada e do respectivo ligante, a dosagem deve ser efetuada em laboratório, pela metodologia descrita no Manual de Execução do DER/PR (método do Eng^o Johannes Larsen).

5.2.2 A critério exclusivo do DER/PR, nos casos em que a superfície da camada a revestir não apresentar boas características de aderência com os agregados da primeira camada, é aplicado banho de emulsão, na taxa de 0,5 l/m², anteriormente à aplicação da primeira camada de agregado; essa taxa não deve ser deduzida da quantidade total prevista em projeto, no caso dos tratamentos múltiplos.

5.2.3 As taxas de aplicação de agregados e ligantes usuais são:

Tratamento superficial	Agregado (kg/m ²)			Ligante betuminoso (residual em l/m ²)		
	Camada			Camada		
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª
TSS – A	10 – 12	–	–	1,0 – 1,2	–	–
TSS – B	8 – 10	–	–	0,8 – 1,0	–	–
TSS AB – A	12 – 16	–	–	1,3 – 1,7	–	–
TSS AB – B	8 – 12	–	–	1,1 – 1,3	–	–
TSS AB – C	8 – 10	–	–	1,0 – 1,3	–	–
TSD – A	22 – 25	10 – 12	–	1,0 – 1,1	1,3 – 1,4	–
TSD – B	20 – 22	9 – 12	–	1,0 – 1,1	1,4 – 1,5	–
TSD AB – A	15 – 20	8 – 12	–	1,4 – 1,8	1,1 – 1,3	–
TSD AB – B	15 – 20	7 – 11	–	1,4 – 1,7	1,0 – 1,3	–
TST I – 4 (A)	13 – 16	6 – 8	4 – 6	0,6 – 0,8	0,7 – 0,9	0,6 – 0,8
TST I – 5 (B)	15 – 18	7 – 9	4 – 6	0,7 – 0,8	0,9 – 1,0	0,7 – 0,8
TST I – 6 (C)	20 – 25	10 – 13	6 – 9	0,8 – 0,9	0,9 – 1,2	0,8 – 0,9

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:

- a) 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) os tanques destinados a estocagem de asfalto borracha, deverão necessariamente estar providos de agitadores mecânicos;
- d) 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;
- e) distribuidor de agregados rebocável ou automotriz, capaz de proporcionar distribuição homogênea dos agregados;
- f) Pode-se utilizar também Equipamento Multidistribuidor para tratamento superficial, aplicação simultânea dos materiais (ligante e agregados);
- g) rolo de pneus autopropulsor;
- h) rolo compactador tipo tandem;
- i) compressor de ar com potência suficiente para promover, por jateamento, a perfeita limpeza da superfície a revestir, antes do início do tratamento superficial;
- j) caminhões basculantes;
- k) pá-carregadeira ou retro-escavadeira;
- l) caminhão irrigador, equipado com moto-bomba;
- m) vassouras mecânicas ou manuais;

- n) vassouras de arrasto ou dispositivos similares, para corrigir possíveis falhas de distribuição dos agregados;
- 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 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.4.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender as condições de calibragem do equipamento espargidor, o projeto de dosagem e valores e limites definidos nesta especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.4.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental, exclusivamente por condições granulométricas, taxas de aplicação dos agregados, tempo necessário para rompimento, tempo de cura e liberação ao tráfego, não há necessidade de remover, mas de promover eventuais ajustes necessários através de nova calibração e/ou novo projeto de dosagem, e execução do tratamento superficial especificado sobre a superfície do segmento experimental originalmente executado.

5.4.5 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório resultante do mau travamento, cobertura asfáltica insuficiente, perda significativa de agregado de uma ou mais camadas, a solução indicada é a de remover e refazer a etapa não aceita.

5.4.6 A continuidade dos serviços, depois de autorizado pelo DER/PR, deve obedecer ao procedimento construtivo indicado no segmento experimental aceito, conforme relatório descrito em 5.4.3.

5.4.7 Se o ligante for emulsão catiônica de ruptura rápida

- a) Deve ser verificado se a superfície a tratar, convenientemente limpa, necessita ou não da aplicação complementar de um banho de emulsão, na taxa de 0,5 l/m², anteriormente à aplicação da primeira camada de agregado, conforme definido em 5.2.2.
- b) Se o tratamento for simples, deve ser executada uma aplicação de emulsão, na taxa mínima de 0,5 l/m², antes do espalhamento do agregado. Essa taxa é

definida em projeto e faz parte do teor total de ligante, uma vez que se trata de um desdobramento da taxa total de aplicação.

- c) Sobre a pista, convenientemente demarcada, é iniciado o serviço com a distribuição da primeira camada de agregados, com o equipamento aceito pelo DER/PR, na taxa especificada em projeto.
- d) Após a aplicação dos agregados, verifica-se cuidadosamente a homogeneidade de espalhamento, promovendo-se a correção das falhas eventuais, tanto de falta quanto de excesso de material.
- e) Na seqüência, procede-se à rolagem da camada, com a utilização apenas do rolo pneumático, com número de coberturas apenas suficiente para proporcionar a perfeita acomodação do agregado, sem causar danos à superfície a revestir.
- f) A operação seguinte consiste na primeira aplicação direta de ligante asfáltico, de modo uniforme, na taxa especificada em projeto e em temperatura que proporcione viscosidade adequada de aplicação.
- g) Após a aplicação do ligante, verifica-se cuidadosamente a homogeneidade da mesma promovendo-se a correção das falhas eventuais. As correções de falta de ligante são realizadas com o equipamento manual do espargidor, com cuidado para evitar excessos. O excesso de ligante, se considerado nocivo e não compensável, deve ser removido.
- h) Se o tratamento for simples, o mesmo deve permanecer sem tráfego pelo período de 24 a 48 horas, dependendo das condições climáticas. Após esse período, o revestimento deve ser rolado com o rolo tandem, uma só passada, com sobreposição, para se obter a conformação final da superfície. Esse procedimento também é adotado na última camada dos tratamentos múltiplos, com emulsão asfáltica.
- i) Para os tratamentos múltiplos, as operações de aplicação de agregados e ligante são repetidas, com as recomendações e cuidados já descritos.
- j) O esquema de rolagem das demais camadas é o descrito a seguir.
 - j.1) A rolagem da segunda camada de agregados é iniciada com o rolo pneumático e complementando-se a mesma com a passagem do rolo liso tipo tandem, uma só passada, com sobreposição.
 - j.2) Nos tratamentos triplos, a compressão sobre o agregado da terceira camada é feita com a utilização do rolo de pneumáticos. Após a última aplicação de ligante, é procedido conforme definido em 5.4.7 "h".
- k) A última aplicação é sempre de material asfáltico, à exceção dos tratamentos com capa selante, onde se aplica agregado sobre a última aplicação de ligante.

- l) Opcionalmente, a critério do DER/PR, pode ser exigido o umedecimento dos agregados de uma ou mais camadas, imediatamente antes da aplicação da emulsão asfáltica.
- m) A aplicação dos agregados sobre a emulsão asfáltica, deve ser imediata ao seu espargimento.
- n) Variações no esquema de rolagem podem ser admitidas, desde que testadas no segmento experimental e aprovadas pelo DER/PR.

5.4.8 Se o ligante for cimento asfáltico de petróleo

- a) A superfície a tratar, deve estar perfeitamente limpa e sem falhas na imprimação ou pintura de ligação.
- b) 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.
- c) 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.
- d) 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.
- e) Se o tratamento for simples, a camada de agregado deve ser comprimida também com o rolo liso tipo tandem em uma só passada com sobreposição, para se obter a conformação final do serviço.
- f) Para os tratamentos múltiplos, as operações de aplicação de agregados e ligante são repetidas, com as recomendações e cuidados já descritos.
- g) A compressão das demais camadas de agregados é iniciada com o rolo pneumático e complementando-se a mesma com a passagem do rolo liso tipo tandem, uma só passada, com sobreposição.
- h) Sendo o material asfáltico aplicado a altas temperaturas, superiores a 150°C, é importante executar as etapas com a maior rapidez possível, para aproveitar a viscosidade do ligante aquecido, o que é garantia de melhor qualidade do tratamento. Também por esta razão, a extensão do material asfáltico aplicado deve ficar condicionada à capacidade de cobertura imediata com agregado.
- i) 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.

- j) Para garantir a adesão do ligante ao agregado é necessário que o mesmo esteja limpo e seco;

5.4.9 Se o ligante for cimento asfáltico modificado pela adição de borracha moída de pneus.

- a) Se faz necessário pré-envolvimento do agregado com CAP 50/70 antes da aplicação. Esta operação deverá ser realizada de acordo com orientação da empresa fornecedora do ligante (CAP Borracha).

5.4.10 Condições de execução aplicáveis para qualquer tipo de tratamento superficial

- a) 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.
- b) 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.
- c) 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.
- d) Pequenas correções de ligante e agregados podem ser necessárias, caso sejam constatadas falhas, nas inspeções visuais, efetuadas em cada aplicação.
- e) Não deve haver coincidência entre as juntas transversais de duas camadas sucessivas, devendo-se prever uma defasagem de, pelo menos, dois metros entre elas.
- f) Para evitar excesso de ligante na junta transversal, é colocada sobre a superfície da camada anterior, uma faixa de papel adequado, com largura mínima de 0,80 m.
- g) Deve ser evitada a coincidência das juntas longitudinais para cada aplicação de ligante.
- h) A aplicação de ligante, na largura da camada, deve ser feita com o menor número possível de passagens do equipamento espargidor.
- i) 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.

- j) As aplicações, por camada, devem ser feitas de modo a permitir a compensação de eventuais diferenças, nas aplicações subseqüentes. A respeito do assunto, observar o contido no Manual de Execução do DER/PR.
- k) A utilização de materiais asfálticos diferentes, no mesmo tanque do espargidor, só deve ser feita após esgotamento e limpeza, a fim de evitar misturas prejudiciais ao ligante e ao próprio espargimento. A respeito do assunto observar o contido no Manual de Execução do DER/PR.

5.4.11 Liberação ao tráfego

- a) Não é permitido o tráfego quando da aplicação do ligante asfáltico ou do agregado.
- b) O tráfego somente é liberado após a conformação final da superfície conforme descrito em 5.4.7 “h”, de maneira controlada por um período mínimo de 48 horas.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Para execução de revestimento asfáltico do tipo tratamento superficial, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de ligante asfáltico 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 Ligante asfáltico

- 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 pedreira 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, ser 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 Ligante asfáltico

7.3.1.1 Item 4.2 das Condições Gerais.

7.3.2 Agregados

Quantidade	Descrição
a) No início da obra e sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedra:	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de durabilidade do agregado graúdo e miúdo
01	Ensaio de adesividade
b) Para cada 100 m³ de aplicação	
01	Granulometria por via lavada para cada tipo de agregado
01	Verificação da homometria em cada ensaio de granulometria
c) Para cada 300 m³ do agregado da primeira e segunda camada.	
01	Lamelaridade (método do Manual de Execução DER/PR)

7.4 Execução.

7.4.1 A eficácia do melhorador de adesividade, quando utilizado.

Quantidade	Descrição
Para cada incorporação de dope ao ligante, e sempre que o ligante dopado for armazenado por mais de 5 dias:	
01	Ensaio de adesividade pelo método expedito (NBR 14329)

7.4.2 Controle da aplicação do agregado mineral:

A determinação da taxa de agregado em kg/m², por camada, é no mínimo, uma para cada faixa de espalhamento com no máximo 700 m². A metodologia é abordada no Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR.

7.4.3 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, no mínimo, uma para cada faixa de espalhamento com no máximo 700 m². A metodologia é detalhada no Manual de Execução do DER/PR.

NOTA: Quando da utilização de equipamento multidistribuidor, as taxas de agregados e ligante deverão ser determinadas através do método da bandeja em conjunto com o ensaio de extração ASTM D 2172 método B.

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, o controle geométrico que consiste na realização de medidas para verificação de larguras, extensões e espessuras, executadas com vistas a aceitação deste critério e a determinação das quantidades executadas por unidade de serviço.

- a) Extensão da camada acabada: é medida com o emprego de distanciômetros eletrônicos ou por medidas à trena, executadas a cada 20 metros.
- b) Largura da camada acabada: é obtida por medidas à trena, executadas a cada 20 metros.

8.3 Controle de acabamento da superfície: é efetuado com apreciação em bases visuais.

8.4 Verificação final da qualidade

8.4.1 Acabamento e segurança

- a) O acabamento da superfície deve ser verificado, em todas as faixas de tráfego, por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrados (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182), ou por sistemas a laser, desde que devidamente aceitos e aprovados pelo DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200 m.
- b) 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 Todos os ensaios dos materiais indicados em 7.3 devem atender aos requisitos especificados em 5.1.

9.2 Os equipamentos espargidores devem ter sido devidamente aferidos e, juntamente com os demais, manter adequadas condições de funcionamento ao longo da obra.

9.3 A granulometria dos agregados deve estar dentro da faixa de trabalho, definida em projeto.

9.4 A quantidade de ligante, por aplicação, deve se situar 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.

9.5 A quantidade total do agregado mineral deve se situar no intervalo de $\pm 15\%$, em relação à taxa de dosagem.

9.5.1 Quando ocorrer variação para mais, na taxa de agregado mineral, é necessário que a quantidade de ligante também seja acrescida, em proporção equivalente. A respeito deste tema, observar o contido no Manual de Execução do DER/PR.

9.6 Aceitação do acabamento e das condições de segurança

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

- a) Quanto à largura da plataforma: não são admitidos valores inferiores aos previstos para a camada;
- b) O acabamento do serviço, apreciado em bases visuais, seja julgado satisfatório;
- c) A superfície apresente-se desempenada, não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compressão;
- d) Os valores do Índice Internacional de Irregularidade - IRI devem ser de no máximo 2,7 m/km;
- e) Os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia devem ser igual $0,60 \text{ mm} \leq \text{HS} \leq 1,20 \text{ mm}$ para análises estatísticas;
- f) No caso de trechos rodoviários que recebam solução de conservação preventiva periódica os valores admissíveis para o IRI devem ser de, no máximo 4,0 m/km para valores individuais e 3,5 m/km para análises estatísticas, conforme definido no Manual de Gerência de Pavimentos - DNIT.

9.7 Condições de conformidade e não-conformidade

9.7.1 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.

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

9.7.3 Todo serviço incorreto ou mal executado deve ser corrigido. As não conformidades relativas aos itens 7 e 8 desta especificação, devem ser corrigidos na medida da evolução do serviços sem provocar prejuízos à qualidade e ao prazo de execução.

9.7.4 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 no traço aprovado pelo DER/PR.