



SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM
CENTRO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS
SPQ – Superintendência de Pesquisas Rodoviárias

ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO

**TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES
(DAER-ES-P 14/11)**

**TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO
(DAER-ES-P 15/11)**

**CAPA SELANTE
(DAER-ES-P 21/11)**



**SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM
CENTRO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS
SPQ – Superintendência de Pesquisas Rodoviárias**

**ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO DE TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES,
TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO E
CAPA SELANTE**

GOVERNADOR DO ESTADO

TARSO GENRO

SECRETÁRIO DE INFRA-ESTRUTURA E LOGÍSTICA

BEL. BETO ALBUQUERQUE

DIRETOR GERAL DO DAER

ENG. MARCOS LEDERMANN

DIRETOR DE GESTÃO E PROJETOS (DGP-DAER)

ENG. LUIZ HOMERO OLABARRIAGA CABISTANI

SUPERINTENDENTE DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS (SPQ-DAER)

ENG. MARIA CRISTINA FERREIRA PASSOS

COMISSÃO DE REVISÃO DE ESPECIFICAÇÕES

(PORTARIA DO/009/2008)

ENG. JAYME TONON (PRESIDENTE)

ENG. MARIA CRISTINA FERREIRA PASSOS

ENG. DANIELA DE DAVID

COLABORADORES:

ENG. JOSE AUGUSTO DE OLIVEIRA

ENG. MARLOVA GRAZZIOTIN



**SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM
CENTRO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS
SPQ – Superintendência de Pesquisas Rodoviárias**

Apresentação

Nos últimos vinte anos tivemos algumas alterações significativas no estado da arte da construção rodoviária, com evolução de processos construtivos e de materiais empregados, além de acúmulo de experiência dos técnicos do DAER. As atuais Especificações de Serviço do DAER, que dão as diretrizes técnicas para a execução das obras, datam de 1991.

De forma a agilizar o processo de atualização das Especificações de Serviço entendemos ser conveniente a aprovação individual ou em bloco das mesmas, à medida que forem julgadas prontas para a apreciação do Conselho Rodoviário.

Particularmente para as Especificações de serviço de tratamento superficial foi nomeada, em outubro de 2008, uma comissão para “Procederem a Revisão e Atualização das Especificações dos Serviços de Pavimentação”, conforme cópia da portaria em anexo.

Esta revisão da especificação traz importantes contribuições quanto à formato e granulometria dos agregados para os tratamentos superficiais, além de atualização quanto aos ligantes betuminosos e técnicas executivas.

Entendemos que as normativas a serem implantadas trarão importante contribuição à técnica dos tratamentos superficiais e que a participação da comunidade rodoviária com críticas e sugestões proporcionará o contínua evolução das especificações.

Desta forma, estamos apresentamos à comunidade técnica, após a aprovação do Conselho de Administração e do Conselho Rodoviário, as novas Especificações de Serviço de Tratamento Superficial Simples, Tratamento Superficial Duplo e Capa Selante, esperando que contribuam para a melhoria da qualidade dos serviços e o consequente aumento da vida útil das rodovias revestidas com tratamentos superficiais.

Eng. Maria Cristina Ferreira Passos

Eng. Mara Regina Bianchini

Superintendência do Centro de Pesquisas Rodoviárias do DAER

Porto Alegre, maio de 2011.

TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO

1. DEFINIÇÃO

Tratamento superficial duplo consiste em um revestimento asfáltico composto de duas aplicações alternadas de asfalto e agregado, executados sobre uma superfície acabada e imprimada.

O envolvimento parcial do agregado pelo ligante em cada aplicação processa-se por penetração originada pela ascensão do ligante sob a ação de compressão.

2. MATERIAIS

Todos os materiais devem satisfazer às Especificações aprovadas pelo DAER-RS.

2.1. Material asfáltico

Podem ser empregados os seguintes materiais:

- a) Emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida, preferencialmente RR-2C;
- b) Emulsões asfálticas modificadas por polímeros, cimentos asfálticos e outros produtos asfálticos, desde que tecnicamente justificados e com aprovação do DAER.

2.2. Melhorador de adesividade (“Dope”)

Deve ser usado, quando se necessite melhorar a adesividade do ligante asfáltico com o agregado, na quantidade prevista no projeto.

2.3. Agregado

Os agregados podem ser pedra britada, escória britada ou seixo rolado britado.

Devem consistir de partículas limpas, duras, duráveis, isentas de cobertura e torrões de argila. Deverá ser procedida a lavagem do agregado com equipamento adequado, aceito pelo DAER, não podendo a mesma ser realizada no caminhão. Em hipótese alguma, após a lavagem, o material pétreo poderá conter mais de 0,5 % de material passante na peneira nº 30 (0,59 mm).



O agregado mineral deverá se enquadrar dentro dos seguintes requisitos de qualidade previstos no Quadro I:

QUADRO I

ENSAIOS	VALOR LIMITE
Ensaio de Abrasão Los Angeles (DAER/RS-EL 103/01)	$\leq 30\%$
Ensaio de Sanidade (DAER/RS-EL 104/01)	$\leq 10\%$
Lamelaridade do Agregado (DAER/RS-EL 108/01)	$\leq 25\%$
Porcentagem de Partículas Britadas (DAER/RS-EL 109/01)	$\geq 90\%$

2.3.1. Granulometria

O agregado deverá ser uniformemente graduado e com dois tipos de granulometria distintos, um para a primeira aplicação (Faixa A ou B) e outro para a segunda aplicação (Faixa C ou D). A faixa do agregado fino é função da faixa escolhida para o agregado grosso, devendo o diâmetro máximo do agregado fino ser igual a metade do diâmetro máximo do agregado grosso.

A granulometria dos agregados para o TSD deve obedecer ao especificado no Quadro II:

Quadro II

FAIXA	GRANULOMETRIA							
	% EM PESO QUE PASSA NA PENEIRA DA MALHA QUADRADA							
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	nº 4	nº 8	nº 16	nº 30
A	100	95-100	0-25	0-5	-	-	-	0-0,5
B	-	100	95-100	0-20	0-5	-	-	0-0,5
C	-	-	100	95-100	0-15	0-5	-	0-0,5
D	-	-	-	100	95-100	0-15	0-5	0-0,5



Na produção dos agregados nas faixas A e C, comumente utilizadas, é recomendado o emprego das peneiras 3/4"-5/8" e 3/8"-1/4".

A graduação dos agregados deverá ser a mais estreita possível, isto é, os agregados de cada camada do tratamento superficial deverão ser de um único tamanho.

Em casos especiais, independente das faixas indicadas, o projetista poderá valer-se da relação de diâmetro nominal mínimo e máximo, desde que o diâmetro máximo do agregado fino seja igual a metade do diâmetro máximo do agregado grosso, sendo tecnicamente justificado e com aprovação do DAER.

Os agregados de tamanho único são denominados pelos diâmetros nominais mínimo e máximo, d e D , com uma indicação das tolerâncias quanto às frações menor que " d " e maior que " D ". A utilização da relação d/D deverá observar os seguintes itens:

- a) " D " corresponde a abertura em mm da malha da peneira em que passa 90 % do material;
- b) " d " corresponde a abertura em mm da malha da peneira em que passa 15 % do material;
- c) a relação d/D deverá ser maior ou igual a 0,65.

Os valores de " d " e de " D " serão obtidos graficamente, para definir as granulometrias dos materiais selecionados.

2.3.2. Taxas de agregado e ligante asfáltico

As taxas de agregado e asfalto serão indicadas no projeto de tratamento superficial duplo.

3. EQUIPAMENTO

Todo o equipamento deve ser cuidadosamente examinado pela Fiscalização, devendo dela receber a aprovação, sem o que não será dada ordem de serviço.

Os carros distribuidores de ligante asfáltico devem ser especialmente construídos para essa finalidade, providos de rodas pneumáticas e de suspensão adequadamente rígida, devendo dispor de: sistema autônomo de aquecimento e de circulação do ligante, isolamento térmico, bomba de pressão regulável, barra distribuidora, controle de velocidade (tacômetro e "quinta roda"), calibradores, termômetros apropriados em locais de fácil acesso e espargidor de operação manual. As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena com dispositivos que possibilitem ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante e que permitam uma aplicação homogênea.



Os distribuidores de agregado devem ser auto-propelidos.

Deve-se trabalhar, preferencialmente, com rolos pneumáticos, podendo-se utilizar rolos lisos ou a combinação de ambos. O rolo liso deve ser "tandem" e apresentar a relação peso/largura de roda no intervalo de 25 a 45kgf/cm. Seu peso não deverá ultrapassar 10 toneladas. O rolo pneumático deve ser auto-propelido e permitir uma calibragem de pneus que abranja, pelo menos, a faixa de 35 a 120lb/pol² (2,5 - 8,4kgf/cm²).

Será obrigatória a apresentação de certificado de calibragem do equipamento de distribuição do ligante asfáltico.

4. EXECUÇÃO

A execução do tratamento superficial duplo envolve basicamente as seguintes operações:

- limpeza da superfície subjacente;
- primeiro espargimento do ligante asfáltico;
- primeira distribuição do agregado;
- compressão da primeira camada;
- segundo espargimento do ligante asfáltico;
- segunda distribuição do agregado (segunda camada);
- compressão da segunda camada;
- eliminação dos rejeitos;
- verificação da fixação do agregado;
- liberação ao tráfego.

4.1. Limpeza da superfície subjacente

A superfície da camada subjacente deve se apresentar completamente limpa, isenta de pó, poeira ou de outros elementos.

A operação de limpeza pode se processar por equipamentos mecânicos (vassouras rotativas, jatos de ar comprimido ou carro pipa provido com mangueira de pressão ou, em circunstâncias especiais, por varredura manual).

4.2. Espargimento do ligante

Procedida a limpeza, o espargimento do ligante asfáltico só deverá ser processado se as condições atmosféricas forem propícias.

Recomenda-se, pois, não iniciar os trabalhos antes do nascer do sol (superfície adjacente fria e úmida), sendo proibida a operação quando as temperaturas ambiente e da pista forem inferiores a 10°C para os cimentos asfálticos e para as emulsões.

A temperatura de aplicação do material asfáltico deverá ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade.

Quando do trabalho em temperaturas excessivamente elevadas, cuidados devem ser tomados ao verificar-se a tendência dos agregados, aquecidos pelo sol, aderirem aos pneus dos rolos e veículos.

Deverá ser realizado estudo específico da adesividade do sistema ligante asfáltico-agregado.

Os materiais asfálticos deverão ser aplicados de uma só vez em toda a largura a ser trabalhada e o espargidor ajustado e operado de modo a distribuir o material uniformemente; depósitos excessivos de material asfáltico devem ser prontamente eliminados.

A extensão do banho asfáltico em cada etapa construtiva deverá ser condicionada à exigência de que o espargidor de ligante e o distribuidor de agregado funcionem como um equipamento único, de modo a permitir que o agregado seja distribuído imediatamente após a distribuição do ligante asfáltico.

4.2.1. Juntas transversais de execução

A fim de assegurar a homogeneidade do espargimento do ligante asfáltico, cada início ou reinício (etapas de trabalho) exigirá precauções com o objetivo de evitar inconvenientes oriundos deste fato. Desta forma, recomenda-se cobrir com papéis impermeáveis o revestimento anteriormente construído. Esses papéis, após a aplicação, serão removidos e deverão ter destino ambientalmente adequado.

Antes do início da pintura asfáltica, deverá ser verificado o perfeito funcionamento dos bicos. Para isso coloca-se uma calha abaixo da barra e se dá uma descarga de 15 a 30 segundos, observando-se a homogeneidade dos mesmos.

4.2.2. Juntas longitudinais de execução

A junta longitudinal deverá estar obrigatoriamente centrada no eixo da rodovia.



Para se garantir a perfeita junção longitudinal das faixas executadas individualmente, recomenda-se a não coincidência das juntas da 1ª e 2ª camadas, através de utilização de faixas com largura diferenciada na 1ª camada.

Recomenda-se um recobrimento da faixa primeiramente constituída, numa largura pequena (cerca de 0,20m), a ser definida no canteiro de obras em função dos materiais, do tipo da barra distribuidora e dos bicos espargidores.

4.3. Distribuição de agregados

A distribuição dos agregados deve seguir de imediato à operação de espargimento do ligante betuminoso. Um espaçamento da ordem dos 50m é razoável, devendo-se ter em conta as seguintes regras práticas:

- a uma mesma temperatura, quanto maior a viscosidade do ligante a empregar, tanto menor deverá ser o espaçamento;
- a uma mesma viscosidade do ligante a empregar, quanto menor for a temperatura ambiente, tanto menor deverá ser o espaçamento.

No caso do ligante ser um cimento asfáltico, exigir-se-á o uso de secadores de agregados, quando o teor de umidade for superior a 0,5%.

Quando for empregada emulsão, será admitido o uso de agregado levemente úmido. Em nenhuma hipótese será permitida a presença de água livre na superfície do agregado.

A operação de espalhamento do agregado deverá ser realizada pelo equipamento especificado, o qual deverá se deslocar sobre a própria camada de agregado que está sendo aplicada.

Eventuais falhas de uniformidade de espalhamento poderão ser corrigidas manualmente.

4.4. Compressão dos agregados

Imediatamente após o espalhamento do agregado, deve ser iniciada a rolagem.

Nos trechos em tangente, a compressão deve iniciar pelos bordos e progredir para o eixo e nas curvas deve progredir sempre do bordo mais baixo para o mais alto.

O número de coberturas com o rolo compressor deve ser, no mínimo três em cada camada, sendo que cada passada deverá cobrir a anterior em, pelo menos, 0,30 m de largura.



A rolagem prosseguirá somente até se obter uma superfície lisa, inteiramente compactada, com as partículas do agregado convenientemente acomodadas. Deve ser evitado qualquer excesso que provoque o esmagamento do agregado.

A cobertura de camada com rolo de pneus deverá iniciar-se com baixas velocidade e pressão.

Nas coberturas seguintes, velocidade e pressão deverão ser aumentadas.

Nessas coberturas, deverão ser evitadas as ocorrências de arrancamento de agregados e de formação de trilhas por pressões excessivas.

Deverão ser evitadas conversões e reversões de marchas fora das velocidades adequadas de operação do equipamento.

É fundamental que a primeira rolagem se processe imediatamente após a distribuição do agregado, compondo a integração do comboio de execução (espargidor de ligante - distribuidor de agregados - rolos de compressão), a ser disposto sequencialmente, e de forma igualmente espaçada. As passagens subsequentes poderão ser efetuadas com maior intervalo de tempo.

A seguir, será executada a segunda aplicação de material asfáltico, seguindo-se de imediato ao espalhamento do agregado fino. Segue-se a rolagem da segunda camada de agregado, obedecendo-se para as diversas operações relativas a mesma, procedimentos idênticos aos indicados para a primeira camada.

4.5. Eliminação dos rejeitos

A forma de composição dos agregados nos tratamentos superficiais implica numa inevitável parcela de rejeição na composição do mosaico de agregados. Esta rejeição não deve exceder a 10%, na segunda camada e deve ser eliminada com a varredura mecânica, antes da liberação do tráfego.

4.6. Liberação ao tráfego

A liberação ao tráfego de um trecho de tratamento superficial duplo recém construído deverá ser feita quando o agregado oferecer resistência ao arrancamento.

O tráfego só poderá ser liberado após um repouso mínimo de 48h, o qual poderá ser ampliado em função das condições climáticas. Após este período, o trânsito deverá ser controlado nas 24h seguintes com velocidade máxima de 40km/h.



5. CONTROLE

5.1. Controle tecnológico

O controle tecnológico deverá ser executado, obedecendo a metodologia indicada pelo DAER e satisfazendo as Especificações em vigor.

Os procedimentos necessários para o controle tecnológico, a frequência de aplicação destes controles, bem como os critérios de aceitação são apresentados nos quadros III, IV, V .

QUADRO III

CONTROLE TECNOLÓGICO DO TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO RECEBIMENTO DE LIGANTE – EMULSÃO ASFÁLTICA		
CONTROLES	FREQUÊNCIA	ACEITAÇÃO
Determinação da Viscosidade Saybolt-Furol DAER/RS-EL 202/01	A cada carregamento que chegar à obra para recebimento.	Conforme ABNT/IBP. Para RR-2C (50°C): 150-400 segundos.
Determinação do Resíduo por Evaporação DAER/RS-EL 210/01	A cada carregamento que chegar à obra para recebimento.	Conforme ABNT/IBP. Para RR-2C: mínimo 67%.
Ensaio de Peneiramento da Emulsão DAER/RS-EL 207/01	A cada carregamento que chegar à obra para recebimento.	Conforme ABNT/IBP. Para RR-2C: máximo 0,1% retido.



QUADRO IV

CONTROLE TECNOLÓGICO DO TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO		
AGREGADOS		
CONTROLES	FREQUÊNCIA	ACEITAÇÃO
Ensaio de Qualidade do Agregado (Sanidade e Abrasão "Los Angeles") DAER/RS-EL 104/01 e DAER/RS-EL 103/01	Quando houver variação nas características dos agregados.	Sanidade $\leq 10\%$ Abrasão Los Angeles $\leq 30\%$
Ensaio de Granulometria DAER/RS-EL 102/01	A cada turno de trabalho (com amostra obtida no ensaio de determinação da taxa de agregado).	Varição máxima de 10% da Granulometria de projeto.
Determinação do Índice de Lamelaridade DAER/RS-EL 108/01	A cada 200m ³ ou quando houver mudança na forma do agregado.	Índice de Lamelaridade $\leq 25\%$.
Determinação da Adesividade a Ligante Betuminoso DAER/RS-EL 112/01	No primeiro carregamento que chegar à obra e quando houver variação do agregado ou ligante.	Deve apresentar Adesividade satisfatória ligante-agregado.



QUADRO V

CONTROLE TECNOLÓGICO DO TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO		
EXECUÇÃO		Parte 1
CONTROLES	FREQUÊNCIA	ACEITAÇÃO
Verificação da Temperatura de Aplicação do Ligante Betuminoso	A cada turno de trabalho deve ser verificada no caminhão distribuidor, imediatamente antes da aplicação.	Para RR-2C: temperatura do ligante correspondente a faixa de viscosidade de 25 a 100 segundos Saybolt Furol e no máximo 70°C. Para CAP de 20 a 60 segundos Saybolt Furol. Para todos os tipos de ligantes as temperaturas devem ser baseadas nas curvas viscosidade-temperatura.
Verificação da Temperatura do ar e da pista	A cada turno de trabalho.	Deve estar acima de 10°C.
Determinação da Taxa de Aplicação Longitudinal do Ligante ¹	A cada 100m no centro da faixa (meia pista).	Varição máxima de 10% da taxa de projeto.
Verificação da Taxa de Aplicação Transversal do Ligante	Verificação visual através de descarga prévia no início de cada dia de trabalho.	Uniformidade transversal da distribuição
Determinação da Taxa de Aplicação do Agregado ²	Um ensaio por turno de trabalho e avaliação visual.	Varição máxima de 10% da taxa de projeto e uniformidade contínua na distribuição
Certificado de Calibração do Caminhão Espargidor de Ligante	No início do serviço e quando julgado necessário. A calibração deve ser repetida, no mínimo, a cada 6 meses.	Os bicos devem estar perfeitamente alinhados e desobstruídos, de forma a promover a distribuição uniforme do ligante asfáltico.



CONTROLE TECNOLÓGICO DO TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO		
EXECUÇÃO		Parte 2
CONTROLES	FREQUÊNCIA	ACEITAÇÃO
Fixação do Agregado	Antes da liberação ao tráfego.	O agregado deve estar perfeitamente fixado, oferecendo resistência ao arrancamento.
Lavagem do Agregado	Avaliação visual contínua e checagens por ensaios de granulometria.	O agregado deve ser lavado em lavador apropriado, não sendo permitida a lavagem no caminhão. A porcentagem passando na peneira 30 deve ser menor ou igual a 0,5%.
Recirculação da Emulsão	A cada sete dias.	A Recirculação da Emulsão nos tanques deve ser feita a cada sete dias.
¹ Este controle é feito colocando-se sobre o centro da faixa que está sendo executada bandejas quadradas ou retangulares com área mínima de 0,25 m ² , com peso e área conhecidos. Por simples pesagem, após a passagem do caminhão espargidor, determina-se a quantidade de ligante realmente distribuído.		
² Este controle é feito colocando-se sobre a faixa que está sendo executada (alternando LD, centro, LE) bandejas quadradas ou retangulares com área mínima de 0,30 m ² , com peso e área conhecidos. Por simples pesagem, após a passagem do distribuidor, descontado o teor de umidade , determina-se a quantidade de agregado realmente espalhada. Com este agregado é realizado o ensaio de granulometria.		

5.2. Controle geométrico

O controle geométrico no tratamento superficial deverá constar de uma verificação do acabamento da superfície, que será feita com duas réguas, uma de 1,00m e outra de 3,00m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície entre dois pontos quaisquer de contato não deve exceder 0,5cm, quando verificada com qualquer das duas réguas.



Complementarmente, o acabamento da superfície deverá ser verificado por “aparelhos medidores de irregularidade” devidamente calibrados. Neste caso, o acabamento medido pelo IRI (Internacional Roughness Index) deverá apresentar os seguintes valores:

IRI < 3,0 m/km em 95% das medidas;

IRI < 3,5 m/km em 100% das medidas.

5.3. Aceitação

O tratamento superficial duplo que não estiver de acordo com o projeto e as condições aqui fixadas, deverá ser removido e substituído de modo a satisfazê-las, sem qualquer indenização adicional ao Empreiteiro.

6. MEDIÇÃO

O tratamento superficial duplo, aceito conforme os critérios previstos no item 5, será medido em metros quadrados de área executada.

A quantidade de material betuminoso aplicado será medida de acordo com a taxa do projeto do tratamento superficial duplo.

7. PAGAMENTO

O tratamento superficial duplo será pago após a medição do serviço executado, obedecidas as larguras de projeto.

O preço unitário remunera todas as operações e encargos para execução do tratamento superficial duplo, incluindo a produção e transporte e lavagem dos agregados, armazenamento, perdas e transporte do material betuminoso dos tanques de estocagem à pista.

Os materiais betuminosos e o transporte da refinaria ao trecho, quando não fornecidos pelo DAER-RS, deverão ser pagos à parte, de acordo com as normas em vigor.