



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

Avenida Iguaçu, 420,  
Curitiba, Paraná,  
CEP 80230-902  
Fone (41) 3304-8000  
Fax (41) 3304-8130  
[www.der.pr.gov.br](http://www.der.pr.gov.br)

**DER/PR ES-PA 20/23**

**PAVIMENTAÇÃO:  
MACADAME ASFÁLTICO**

Especificações de Serviços Rodoviários  
Aprovada pelo Conselho Diretor, em 11/04/2023  
Deliberação n.º 111/2023  
Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 20/05  
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavras-chave: revestimento; base; macadame  
asfáltico.

22 páginas

**RESUMO**

Este documento define a sistemática empregada na execução de bases e revestimentos de macadame asfáltico. 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 aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR ES-IG 01/23.

**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 Serviço DER/PR ES-P 20/05.

## 1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na seleção dos produtos e sua aplicação em bases e revestimentos de pavimentos asfálticos em obras sob a jurisdição do DER/PR.

## 2 REFERÊNCIAS

As normas aqui relacionadas contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem-se em material de consulta, obrigatória, para o entendimento desta especificação particular.

As edições indicadas estavam em vigor no momento da elaboração deste documento. Como toda norma está sujeita a revisão ou substituição, recomenda-se àqueles que utilizarem esta especificação particular, que verifiquem a conveniência de usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir:

ABNT NBR 11341/2014	- Derivados de petróleo – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland
ABNT NBR 14950/2003	- Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade Saybolt Furol
ABNT NBR 6560/2016	- Materiais betuminosos – Determinação de ponto de amolecimento
ABNT NBR 6568/2005	- Emulsões asfálticas – Determinação do resíduo de destilação
ASTM E 303/13	- Standard test method for: Measuring surface frictional properties using the british pendulum tester
CONTRAN 2022	- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – VOLUME VII – Sinalização Temporária
DEINFRA/SC ES-P-08/16	- Tratamentos superficiais asfálticos por penetração a frio
DEINFRA/SC ES-P-12/16	- Tratamentos superficiais asfálticos por penetração a quente
DER/PR	- Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR
DER/PR	- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias
DER/SP ET-DE 00/021/2006	- Tratamentos Superficiais
DNER IPR 719/06	- Manual de Pavimentação
DNER-EM 369/97	- Emulsões asfálticas catiônicas
DNER-ME 003/94	- Materiais betuminosos – determinação da penetração
DNER-ME 004/94	- Materiais betuminosos – determinação da viscosidade “Saybolt-furol” a alta temperatura (ABNT-NBR 14950/03)
DNER-ME 005/94	- Emulsão asfáltica – determinação da peneiração

DNER-ME 024/94	- Pavimento – determinação das deflexões pela viga Benkelman
DNER-ME 035/98	- Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”
DNER-ME 063/94	- Emulsões asfálticas catiônicas – determinação da desemulsibilidade
DNER-ME 078/94	- Agregado graúdo – adesividade a ligante betuminoso
DNER-ME 079/94	- Agregado – adesividade a ligante betuminoso
DNER-ME 083/94	- Agregados – análise granulométrica
DNER-ME 086/94	- Agregado – determinação do índice de forma
DNER-ME 089/94	- Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
DNER-ME 148/94	- Material betuminoso – determinação dos pontos de fulgor e combustão (vaso aberto Cleveland - ABNT-NBR 11341/04)
DNER-PRO 164/94	- Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores - IPR/USP Maysmeter)
DNER-PRO 182/94	- Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e Maysmeter
DNER-PRO 277/97	- Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNIT IPR 700/97	- Glossário de Termos Técnicos Rodoviários
DNIT IPR 742/10	- Manual de Implantação Básica de Rodovia
DNIT- ME 156/11	- Emulsão asfáltica – Determinação da carga da partícula
DNIT- ME 424/20	- Pavimentação – Agregado - Determinação do índice de forma com crivos
DNIT- ME 425/20	- Pavimentação – Agregado - Determinação do índice de forma com paquímetro
DNIT-PRO 011/2004	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias
DNIT-PRO 068/2004	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento
Lei nº 6.514/77 - CLT – Art. 200	- Normas Regulamentadoras – NR da Segurança e da Medicina do Trabalho

### **3 DEFINIÇÕES**

- 3.1 Macadame asfáltico: é o serviço por penetração que envolve aplicações alternadas de ligante asfáltico e camada de agregados minerais. O emprego deste tipo de serviço pode se dar como base ou revestimento, sendo neste último caso necessária a aplicação de uma capa selante.
- 3.2 Penetração direta: corresponde à classificação da forma de penetração do ligante, que neste caso é espargido sobre a camada de agregado mineral.
- 3.3 Penetração indireta: corresponde à classificação da forma de penetração do ligante, que neste caso é espargido antes da aplicação da camada de agregado mineral.
- 3.4 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:
- sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar;
  - sem a implantação prévia da sinalização do serviço, conforme Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério do Trabalho e Previdência, o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do CONTRAN, Volume VII – Sinalização Temporária e o que eventualmente esteja especificado no projeto de engenharia e/ou nos Termos de Referência do Edital;
  - sem a prévia orientação dos funcionários quanto ao uso adequado, guarda, conservação e higienização dos EPIs, bem como a exigência de seu uso durante as atividades a serem desenvolvidas, conforme previsto nas Normas Regulamentadoras (NR);
  - sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
  - sem a aprovação prévia pela Fiscalização do DER/PR, do projeto de dosagem;
  - sem aprovação pela Fiscalização do DER/PR da calibragem do equipamento espargidor;
  - quando a temperatura ambiente no local de aplicação for igual ou inferior a 10° C para tratamentos com uso de CAP, e inferior a 17° C, para tratamentos com uso de emulsões;
  - em dias de chuva no local de aplicação.
- 4.2 Para todo carregamento de emulsão asfáltica que chegar à obra, o fabricante/fornecedor deverá apresentar o Certificado de Qualidade (Ensaio de Especificação previstos nas Resoluções nº 19/2005 para CAP e Resolução nº 36/12 para emulsões, ambas da ANP) correspondente à data da fabricação ou do dia do carregamento para transporte até a obra, se o período entre os dois eventos ultrapassar a 10 dias. 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 do ligante empregado de tal forma que o intervalo de temperatura propicie o espalhamento uniforme e contínuo do ligante asfáltico para as condições locais de aplicação e das características da superfície.
- 4.4 Devem ser observados os seguintes limites, no espargimento:
- para o cimento asfáltico: viscosidade “Saybolt-Furol” na faixa de 30 a 60 segundos, respeitando-se a temperatura máxima de aquecimento de 177° C;
  - para a emulsão asfáltica: viscosidade “Saybolt-Furol” de 150 a 300 segundos, na temperatura de ensaio de 50° C.
- 4.5 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.

- 4.6 No caso das emulsões, deve ser evitada a sedimentação nos depósitos, através da circulação periódica da mesma.
- 4.7 Durante a execução da obra, é responsabilidade da construtora a proteção dos materiais contra a ação de agentes que possam danificá-los, como por exemplo, temperaturas acima das recomendadas pelo fabricante/fornecedor nos tanques de estocagem.

## **5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

5.1 Materiais: 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:

- a.1) cimento asfáltico de petróleo tipo CAP 150-200, atendendo à resolução Nº 19/2005, da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis). O emprego de outros tipos de cimentos asfálticos que venham a ser produzidos e especificados no país pode ser admitido, desde que tecnicamente justificado e sob a devida aprovação da Fiscalização do DER/PR;
- a.2) emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida tipo RR-2C que atenda a Resolução nº 36/12 da ANP.
- a.3) emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida com polímero tipo RR-2C-E que atenda a Resolução nº 36/12 da ANP.

b) o emprego de outros ligantes pode ser admitido desde que tecnicamente justificado e com aprovação da Fiscalização do DER/PR.

### **5.1.2 Melhorador de adesividade**

- a) a adesividade entre ligante agregado deve ser superior a 90%. Quando se constatar a necessidade de melhorar a adesividade, o “dope” deverá ser adquirido separadamente e incorporado ao ligante asfáltico no canteiro de obras. Em hipótese alguma será admitida a aquisição de ligante asfáltico com melhorador de adesividade já incorporado;
- b) a quantidade deve ser definida em projeto, devendo ser mantidas as propriedades do melhorador de adesividade após sua adição ao ligante asfáltico e circulação no equipamento espargidor, na temperatura normal de aplicação.

5.1.3 Agregados: os agregados utilizados podem 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 do macadame asfáltico devem ser utilizados agregados de mesma natureza;
- c) os agregados não devem possuir mais do que um por cento passando na peneira nº 200, em peneiramento efetuado por lavagem do agregado;
- d) para o agregado retido na peneira nº 10, a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35/98) 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 89/94, os agregados utilizados devem apresentar perdas iguais ou inferiores aos seguintes limites:
- e.1) agregado graúdo: 12%;
- e.2) agregado miúdo: 15%.
- f) quando o agregado for obtido por britagem de seixos rolados, ao menos 95% dos fragmentos retidos na peneira nº 4, em peso, devem apresentar uma ou mais faces resultantes de fratura;
- g) para os agregados retidos na peneira nº 4, a percentagem de grãos de forma defeituosa, obtida no ensaio de lamelaridade, não pode ser superior a 20% quando empregado em camada de base e superior a 10% quando empregado em camada de rolamento;
- 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 homo métrica), isto é, os agregados devem tender a um só tamanho. Os agregados assim considerados são definidos pela relação:

$$\frac{d}{D}$$

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  $\frac{d}{D}$  deve ser:

$\geq 0,65$  para  $VDM > 2.000$   
 $\geq 0,50$  para  $VDM \leq 2.000$

- h.2) no macadame asfáltico, 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 tamanho médio da camada imediatamente inferior. Estas duas condições tem o objetivo de promover um bom travamento entre as camadas, proporcionando ao macadame asfáltico maior durabilidade e menor consumo de materiais.
- i) a granulometria dos agregados (DNER-ME 083/94), deve obedecer às faixas granulométricas dos Quadros 1 e 2, correlacionadas ao tipo de ligante betuminoso, asfalto (CAP) e emulsão asfáltica;
- j) a faixa granulométrica empregada deve ser aquela cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a  $\frac{2}{3}$  da espessura da camada do macadame asfáltico.

Quadro 1 – Faixas granulométricas e uso de ligante (CAP 150 – 200)

Faixas granulométricas e uso de ligante (CAP 150 – 200)										
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso								Tolerância da faixa de projeto
ABNT	Abertura (mm)	A		B		C		D		
		1ª cam.	2ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	1ª cam.	2ª cam.	
3"	76,2	100	-	100	-	-	-	-	-	± 7
2 ½"	63,5	90-100	-	90-100	-	100	-	-	-	± 7
2"	50,8	35-70	-	35-70	-	95-100	-	100	-	± 7
1 ½"	38,1	0-15	-	0-15	-	35-70	-	95-100	-	± 7
1"	25,4	-	100	-	100	0-15	100	20-55	-	± 7
¾"	19,1	0-5	90-100	-	90-100	-	90-100	0-15	100	± 7
½"	12,7	-	-	-	-	0-5	-	-	90-100	± 7
⅜"	9,5	-	20-55	-	20-55	-	20-55	0-5	40-75	± 7
nº 4	4,8	-	0-10	-	0-10	-	0-10	-	5-25	± 5
nº 10	2,0	-	0-5	-	0-5	-	0-5	-	0-10	± 5
nº 40	0,42	-	-	-	-	-	-	-	0-5	± 5

Quadro 2 – Faixas granulométricas e uso de ligante (emulsão)

Faixas granulométricas e uso de ligante (emulsão)									
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso						Tolerância da faixa de projeto	
ABNT	Abertura (mm)	1ª camada					2ª cam.		
		A	B	C	D	E	F		
3"	76,2	100	-	-	-	-	-	± 7	
2 ½"	63,5	75-95	100	-	-	-	-	± 7	
2"	50,8	60-80	70-90	100	-	-	-	± 7	
1 ½"	38,1	40-65	50-70	65-85	100	-	-	± 7	
1"	25,4	20-40	25-45	35-55	55-75	100	-	± 7	
¾"	19,1	10-30	15-35	15-35	35-55	60-80	100	± 7	
½"	12,7	0-15	0-15	0-15	10-30	20-40	90-100	± 7	
⅜"	9,5	-	-	-	0-15	-	40-75	± 5	
nº 4	4,8	0-5	0-5	0-5	0-5	0-10	0-10	± 5	
nº 10	2,0	-	-	-	-	-	0-5	± 5	
nº 40	0,42	-	-	-	-	0-5	-	± 5	

**Nota 01:** a 2ª camada é aplicada em todas as faixas de A à E.

**Nota 02:** a emulsão asfáltica refere-se a 65% do asfalto residual. Para teores diferentes a 65%, deve ser feita a necessária correção.

#### 5.1.4 Dosagem

- a partir da seleção da composição granulométrica desejada e do respectivo ligante, a dosagem deve ser efetuada em laboratório;
- as taxas de aplicação de agregados e ligante usuais são aquelas mostras nos Quadros 3 e 4.

Quadro 3 – Taxas usuais de aplicação de agregados e CAP (Macadame asfáltico com CAP 150-200)

Taxas usuais de aplicação de agregados e CAP (Macadame asfáltico com CAP 150-200)								
Características usuais	Faixa A		Faixa B		Faixa C		Faixa D	
	1a cam.	2a cam.	1a cam.	2a cam.	1a cam.	2a cam.	1a cam.	2a cam.
Espessura (m)	0,09 – 0,10		0,065 – 0,075		0,05 – 0,065		0,04 – 0,05	
Taxa de ligante em kg/m <sup>2</sup>	7,9 – 10,0		5,6 – 7,9		4,5 – 6,8		3,4 – 5,4	
Taxa de agregados em kg/m <sup>2</sup>	190-217	19-27	136-163	14-22	109-136	11-19	81-109	8-14

Quadro 4 – Taxas usuais de aplicação de agregados e emulsão (Macadame asfáltico com emulsão asfáltica)

Taxas usuais de aplicação de agregados e emulsão (Macadame asfáltico com emulsão asfáltica)						
Características usuais	1ª camada					2ª camada
	Faixa A	Faixa B	Faixa C	Faixa D	Faixa E	Faixa F (aplicável como 1ª cam. das faixas A à E)
Espessura (m)	0,10	0,09	0,075	0,065	0,05	-
Taxa de agregados em kg/m <sup>2</sup>	195	171	146	123	98	16
Taxa de emulsão em l/m <sup>2</sup> - 1ª aplicação	6,8 – 8,1	4,5 – 6,8	4,5 – 5,4	4,1 – 5,0	3,2 – 4,1	-
2ª aplicação	5,4 – 6,8	5,4 – 6,8	5,4 – 6,8	3,2 – 4,5	3,6 – 4,5	-
Total de emulsão	12,2 – 14,9	9,9 – 13,2	9,9 – 12,2	7,3 – 9,5	6,8 – 8,6	-

**Nota 03:** à critério da Fiscalização do DER/PR, na execução do segmento experimental, pode ser autorizado o desdobramento de duas aplicações de ligante asfáltico para três aplicações com vistas a promover melhor cobertura asfáltica e evitar arrancamento ou descolamento de agregado superficial, com a ação do tráfego.

## 5.2 Equipamento

5.2.1 É de responsabilidade da contratada assegurar que todo equipamento alocado para a execução da obra esteja em perfeitas condições de uso, no que tange à sua



manutenção, regulagem e aspectos de segurança de operação, de maneira a garantir a qualidade do serviço. A qualquer momento a Fiscalização do DER/PR poderá solicitar a substituição do equipamento que não apresente desempenho satisfatório na execução do serviço indicado.

5.2.2 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) 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 retroescavadeira;
- j) caminhão irrigador, equipado com motobomba;
- k) vassouras mecânicas ou manuais;
- l) dispositivos que permitam manter constante a altura da barra espargidora em relação à superfície de espargimento;
- m) vassouras ou plainas 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.

5.2.3 A utilização de outros equipamentos além dos mencionados, ou em sua substituição, deverá ser analisada e aprovada pela fiscalização, porém não serão objeto de pagamento suplementar.

5.3 Execução:

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

5.3.2 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 pela Fiscalização do DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento (s) experimental (is).

**Nota 05:** dada ao carácter de como é executada uma camada de macadame asfáltico, na falta de procedimento mais apropriado aprovado pelo DER/PR, admite-se que o nível deflectométrico admissível possa ser estabelecido com o seguinte procedimento: a) utilizando-se um software de análise de sistema de camadas elástico linear; b) intervalo de módulos resilientes médios definidos e ou estabelecidos em estudos de retro análise de estruturas de pavimentos que contenham camadas de macadame asfáltico; c) medidas de bacias deflectométricas (DNIT-ME 133) para estimativa do módulo resiliente da camada de macadame asfáltico; e d) medida da deflexão no dia da execução, para avaliar o ganho de rigidez da estrutura e definir o nível deflectométrico a ser controlado durante a execução da obra.

**Nota 06:** a execução do segmento experimental tem carácter orientativo e de treinamento da equipe com equipamentos disponibilizados pela construtora e com os materiais empregados. No caso da rejeição dos serviços após a empresa ter cumprido na íntegra o item 5.3 até aqui, em hipótese alguma os resultados obtidos poderão imputar à executora ônus financeiro no contrato decorrente da necessidade de aumentar o teor de ligante asfáltico ou aumento de espessuras de camadas por conta de não serem atingidos os valores admissíveis de resistência e o nível deflectométrico especificado em projeto. Caberá à equipe de Fiscalização do DER/PR dar provimento e aprovação da solução técnica a ser adotada, devendo a contratada ser renumerada por conta da realização de serviços extras não previsto no contrato para atender o nível deflectométrico especificado.

- 5.3.3 Após as verificações realizadas no (s) segmento (s) experimental (is), 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 pela Fiscalização do DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.
- 5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do (s) segmento (s) experimental (is), exclusivamente por condições granulométricas, taxas de aplicação dos agregados, espessura, 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 macadame asfáltico especificado sobre a superfície do segmento experimental originalmente executado.
- 5.3.5 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 o segmento experimental.
- 5.3.6 A continuidade dos serviços, depois de autorizado pela Fiscalização do DER/PR, deve obedecer ao procedimento construtivo indicado no segmento experimental aceito, conforme relatório descrito em 5.4.3.
- 5.3.7 Se o ligante for emulsão catiônica de ruptura rápida
- a) sobre a pista, convenientemente demarcada, é iniciado o serviço com a distribuição da primeira camada de agregados, com o equipamento aceito pela Fiscalização do DER/PR, na taxa especificada em projeto;

- b) 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;
- c) na sequência, procede-se à rolagem da camada, com a utilização apenas do rolo pneumático, variando-se a pressão, com número de coberturas apenas suficiente para proporcionar a perfeita acomodação do agregado, sem causar danos à superfície a revestir;
- d) 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;
- e) 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;
- f) a seguir, aplica-se a taxa de agregados indicada no projeto de dosagem, fazendo-se a 2ª aplicação e/ou da 3ª aplicação da taxa de emulsão asfáltica (se definida no segmento experimental), operações de aplicação de agregados e ligantes com as mesmas recomendações e cuidados descritos anteriormente;
- g) o esquema de rolagem da 2ª camada de agregados é o descrito a seguir:
  - g.1) no caso de não ser definido no segmento experimental a 3ª aplicação de ligante asfáltico, a 2ª camada de agregados é feita com a utilização de rolo de pneumáticos, variando-se a pressão e complementando-se a rolagem com a passagem do rolo liso tipo tandem, em uma só passada, com sobreposição;
  - g.2) utilizando a técnica da 3ª aplicação do ligante asfáltico, previamente à rolagem, deve ser feita uma “salga” com pedrisco + pó, na taxa de 3 a 4 kg/m<sup>2</sup> e, em seguida promover a sequência de rolagem descrita em “g.1”.
- h) o tráfego não deve ser liberado no período de 24 horas a 48 horas, dependendo das condições climáticas. Após esse período, o macadame asfáltico deve ser rolado com o complemento de mais uma passada do rolo de pneumáticos com pressão de 120 lb/pol<sup>2</sup> e uma passada de acabamento com rolo liso tipo tandem.

#### 5.3.8 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 pela Fiscalização do 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, variando-se a pressão, utilizando-se um número de coberturas apenas suficiente para proporcionar perfeita acomodação do agregado, sem causar danos à superfície a revestir;
- e) para a 2ª camada, as operações de aplicação de agregado e ligante asfáltico (CAP 150-200) são executadas com as mesmas recomendações e cuidados descritos anteriormente;
- f) a compressão das demais camadas de agregados é iniciada com o rolo pneumático, variando-se a pressão e complementando-se a mesma com a passagem do rolo liso tipo tandem, uma só passada, com sobreposição;
- g) 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;
- h) 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;
- i) com o emprego de CAP, a presença de umidade no agregado é altamente nociva, devendo ser evitada;
- j) todos os colaboradores envolvidos na operação deverão usar EPIs com máscaras individuais capazes de filtrarem gases NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e do grupo compostos orgânicos voláteis (COV) e de Material Particulado Total (MPT).

#### 5.3.9 Condições de execução aplicáveis para qualquer macadame asfáltico

- 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 relativo 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 subsequentes.
- 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.
- l) em travessias urbanas, a empresa deverá adotar dispositivo móvel que impeça o embarrelamento de meios-fios, calçadas, equipamentos de segurança etc.

#### 5.3.10 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 5.3.7 "h", de maneira controlada por um período mínimo de 48 horas.

## 6 MANEJO AMBIENTAL

- 6.1 Nas operações destinadas à execução dos serviços objeto desta especificação com o objetivo de preservação ambiental, devem ser observadas e adotadas as soluções e procedimentos relacionados ao tema ambiental, definidos nos documentos técnico-normativos pertinentes vigentes no DER/PR, na legislação ambiental, nas recomendações e exigências dos órgãos ambientais, e na documentação técnica vinculada à execução da obra (Projeto de Engenharia, Programas Ambientais etc.).
- 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 e barreiras de siltagem 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. As áreas de depósitos devem ser dotadas de sistema de drenagem que permita que o efluente das águas incidentes ou vazamento seja conduzido para caixas separadora de óleo;
- b) vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada ou em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais;
- c) desde que adequadamente estabilizados e compactados, poderão ser empregados na melhoria dos acessos dos lindeiros.

#### 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;
- d) nas instalações do canteiro de obra da construtora, as áreas destinadas à manutenção e lavagem de equipamentos, deverão ser dotadas de sistema de captação de águas e de vazamentos e condução dos efluentes para caixas coletoras de óleo;
- e) as instalações do canteiro de obra deverão ser dotadas de sistema preventivo contra incêndio e preventivo contra descargas atmosféricas aprovados pelo corpo de bombeiros do estado do Paraná. Para áreas confinadas, as instalações também deverão apresentar, em locais visíveis, mapa de rota de fuga.

#### 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 da Fiscalização do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.

### 7.3 Materiais

#### 7.3.1 Cimento asfáltico

a) para cada carregamento de cimento asfáltico que chegar à obra:

- a.1) um ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol" A 135° C;
- a.2) um ensaio de ponto de fulgor;
- a.3) aquecimento do ligante a 175° C, para observar se há formação de espuma;
- a.4) um ensaio de penetração a 25° C.

#### 7.3.2 Emulsão asfáltica

a) para cada carregamento de emulsão asfáltica que chegar à obra:

- a.1) um ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol";
- a.2) um ensaio de determinação do resíduo de CAP, pelo método do fogareiro;
- a.3) um ensaio de peneiramento.

#### 7.3.3 Melhorador de adesividade

a) a eficácia do melhorador de adesividade, quando utilizado, deve ser verificada pela execução de três ensaios de adesividade, no início da obra e sempre que forem constatadas mudanças no agregado.

#### 7.3.4 Agregados

- a) um ensaio de granulometria por via lavada, no mínimo, para cada 100 m<sup>3</sup> que chegar à obra;
- b) um ensaio de granulometria, por via lavada, no mínimo, para cada tipo de agregado, a cada 100 m<sup>3</sup> de aplicação;
- c) uma verificação da homometria, em cada ensaio de granulometria;
- d) um ensaio de lamelaridade (% de partículas defeituosas) para cada 100 m<sup>3</sup> do agregado da primeira e da segunda camadas;
- e) um ensaio de azul de metileno no início da obra;
- f) um ensaio de abrasão Los Angeles no início do serviço, e sempre que houver variação na natureza do material;
- g) um ensaio de durabilidade no início do serviço, e sempre que houver variação na natureza do material;
- h) um ensaio de adesividade, no início do serviço, para verificação da compatibilidade da emulsão - agregado mineral. Repetir, se houver alteração nos materiais;
- i) um ensaio de adesividade para todo carregamento de ligante CAP que chegar à obra, e sempre que houver variação na natureza do agregado.

#### 7.4 Controle interno da execução

7.4.1 Controle da aplicação do agregado mineral: a determinação da taxa de agregado em kg/m<sup>2</sup>, por camada, é no mínimo, uma para cada faixa de espalhamento, e no máximo, uma para cada 700 m<sup>2</sup>.

#### 7.4.2 Controle da aplicação do ligante asfáltico

- a) execução de um ensaio de determinação do resíduo asfáltico, quando o ligante for emulsão asfáltica, para cada carregamento do equipamento espargidor (Método do Fogareiro);
- b) elaboração do gráfico viscosidade – temperatura (mínimo três pontos), para todo carregamento que chegar à obra;
- c) a temperatura do ligante asfáltico deve ser medida no caminhão espargidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz a temperatura preconizada;
- d) a taxa de ligante é determinada em l/m<sup>2</sup>, por aplicação, no mínimo, uma para cada faixa de espalhamento e, no máximo, a cada 700 m<sup>2</sup> de aplicação.

#### 7.4.3 Melhorador de adesividade

- a) o controle da aplicação do melhorador de adesividade consiste da verificação sistemática da quantidade a ser incorporada ao cimento asfáltico, da forma de incorporação e do tempo de circulação.

7.4.4 A qualidade estrutural deve ser verificada através de medidas de deflexão, em locais aleatórios, espaçados no máximo a cada 20 metros.

- a) devido à dificuldade da caracterização mecânica do material em laboratório, inerente à técnica de execução deste tipo camada, a deflexão para avaliação e controle da qualidade estrutural do produto acabado, deverá ser definida na execução do (s) segmento (s) estrutural (is);
- b) recomenda-se a medida de bacias de deflexão para que através da técnica da retroanálise se possa estimar o valor estrutural da camada executada.

7.5 A verificação do controle de qualidade pela Fiscalização do DER/PR se dará pelo acompanhamento semanal da execução e tratamento estatístico dos resultados dos ensaios previstos nos itens 7.3 e 7.4. Caso seja constatada alguma não conformidade em relação aos resultados obtidos nos ensaios, a Fiscalização do DER/PR poderá solicitar a imediata paralização dos serviços para que sejam feitos ajustes no processo executivo e/ou troca de material.

### 8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRANTE

8.1 Compete à Fiscalização do DER/PR 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 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal



mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

- 8.3 Compete à Fiscalização do 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;
  - c) espessura da camada acabada: deve ser medida, no máximo, a cada 20 metros, procedendo-se à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, envolvendo, pelo menos, cinco pontos da seção transversal.
- 8.4 Controle de acabamento da superfície: é executado através da apreciação em bases visuais.
- 8.5 Verificação final da qualidade
- 8.5.1 Acabamento e segurança
- a) o acabamento da superfície, no caso de revestimento em macadame asfáltico, deve ser verificado, em todas as faixas de tráfego, por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrados (DNER-PRO 164/94 e DNER-PRO 182/94), ou por sistemas a laser, desde que devidamente aceitos e aprovados pela Fiscalização do DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200 m;
  - b) também poderá ser utilizado um perfilômetro a “laser” para avaliação do IRI. Entretanto, dado à forma como esta medida é feita, a verificação somente se viabiliza no recebimento da obra ou a partir de uma dada quilometragem de execução finalizada definida pela fiscalização do DER/PR;
  - c) a macro textura é avaliada, também no caso de revestimento em macadame asfáltico, à razão de uma determinação a cada 300 m de faixa, pelo ensaio de mancha de areia (NF P-38), devendo ser requerido somente após 30 dias decorridos da execução e liberação dos serviços ao tráfego visando evidenciar as asperezas do agregado, pela ação de remoção da película de asfalto da superfície de rolamento, nas trilhas de roda dos veículos. Opcionalmente, os ensaios de mancha de areia podem ser substituídos, a critério da Fiscalização do DER/PR, por medições a laser, em panos de 20 m situados a cada 500 m de faixa;
  - d) a avaliação da resistência a derrapagem (VRD) segundo a norma ASTM E-303/13 será feita nos mesmos pontos determinação da macro textura.
- 8.6 A verificação da qualidade final da superfície do pavimento se dará pelo acompanhamento semanal pela Fiscalização do DER/PR da execução e tratamento estatísticos dos resultados dos ensaios de medida da resistência à derrapagem (VDR), Macro textura e conduzidos pela construtora ao final dos serviços. Caso seja constatada alguma não conformidade em relação aos

resultados obtidos nos ensaios, a Fiscalização do DER/PR poderá solicitar a imediata paralização dos serviços para que sejam feitos ajustes no processo executivo e/ou troca de material.

## **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 situar-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.
- 9.5 A quantidade total do agregado mineral deve situar-se 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.
- 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) sejam no máximo 2,8 m/km para valores individuais e 2,5 m/km para análises estatísticas, em caso de macadame asfáltico utilizado como camada de rolamento. Para uso de macadame asfáltico em camada de base, os limites de aceitação para o índice internacional de irregularidade (IRI) são 0,5 m/km superiores aos indicados para camada de rolamento;
  - e) os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia sejam  $HS \geq 0,60$  mm para valores individuais e  $0,60 \text{ mm} \leq HS \leq 1,20$  mm para análises estatísticas;
  - f) no caso de trechos rodoviários que recebam soluções de conservação preventiva periódica, conforme definido no Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos do DNIT, edição 1998, os valores admissíveis do Índice Internacional de Irregularidade – IRI são no máximo igual a 3,5 m/km para valores individuais e 3,0 m/km para análises estatísticas.

9.7 As medidas de deflexão (DNER-ME 24/94), devem ser inferiores à deflexão máxima admissível de projeto para o tipo da camada, porém com as seguintes diretrizes:

- a) embora em projeto se possa estabelecer, empiricamente, uma deflexão admissível para este tipo de camada, dada a forma de como é executado o macadame asfáltico, não se tem garantia de que ela possa ser alcançada em campo;
- b) a execução do (s) segmento (s) experimental (is) é de fundamental importância então para se definir um valor de deflexão e desvio padrão que possam servir de referência para o controle de execução da obra, como explicitado na **Nota 05**.

9.8 Condições de conformidade e não conformidade

9.8.1 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:

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

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

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

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

Onde:

$x_i$  – valores individuais;

$\bar{X}$  – média da amostra;

$s$  – desvio padrão;

$k$  – coeficiente tabelado em função do número de determinações definido de acordo com o Quadro 5;

$n$  – número de determinações.

Quadro 5 – Plano de Amostragem Variável (DNER PRO 277/97)

Plano de Amostragem Variável (DNER PRO 277/97)														
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
$\alpha$	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = N° de Amostras					k = Coeficiente Multiplicador					$\alpha$ = Risco da Contratada				

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

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

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

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

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

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

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

9.8.3 Qualquer serviço só é aceito se as correções executadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

**Nota 7:** recomenda-se que o controle de qualidade seja executado para cada jornada de trabalho ou semana de trabalho de tal forma que se possa estabelecer com clareza o segmento que apresenta não conformidade e que precisará ser corrigido.

**Nota 8:** caso em algum segmento a espessura média da camada de macadame betuminoso (base ou revestimento) ficar abaixo de 0,01 m em relação à espessura de projeto, a construtora deverá apresentar à Fiscalização do DER/PR a alternativa técnica para que neste segmento a estrutura final executada atenda ao tráfego previsto no período de projeto.

9.9 Das condições de recebimento em definitivo da obra pelo DER/PR

9.9.1 Para o recebimento em definitivo da obra executada, o DER/PR se pautará pela aplicação das diretrizes contidas na norma DNIT IS 22/2019 - Procedimentos técnicos e administrativos para o recebimento de obras de pavimentos novos ou restaurados. O Quadro 6 apresenta um resumo dos padrões de desempenho exigidos pelo DER/PR no recebimento de obras de pavimentos flexíveis.

9.9.2 Caso um ou mais indicadores de desempenho não for(em) atingido(s), a construtora deverá apresentar à Fiscalização do DER/PR as alternativas técnicas de intervenção que irá adotar, às suas expensas, para atender os padrões de desempenho exigidos.

Quadro 6 – Padrões de desempenho exigidos no recebimento de obras de pavimentos flexíveis novos ou restaurados por parte do DER/PR

<b>Padrões de desempenho exigidos no recebimento de obras de pavimentos flexíveis novos ou restaurados por parte do DER/PR</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Padrões exigidos</b>
<b>IRI</b>	<b><math>\leq 2,8</math> m/km</b>
Flechas nas Trilhas de Roda	$F \leq 3,0$ mm em 100% das medidas obtidas
Flechas nas juntas transversais	$F \leq 5,0$ mm em 100% das medidas obtidas
Trincas Classes 2 e 3	0,0 % de frequência relativa ou área
Exsudação	0,0 % de frequência relativa ou área
ALP, ATP e ALC, ATC	0,0 % de frequência relativa ou área
Ondulação / Corrugação e Escorregamento	0,0 % de frequência relativa ou área
Deflexão característica (Dc) e Raio de Curvatura (Rc). Deflexões medidas com FWD	0,0 % de frequência relativa ou área
Deflexão característica (Dc) e Raio de Curvatura (Rc). Deflexões medidas com FWD	$Dc \leq 1,1 \times D_{projeto}$ em 100% dos segmentos homogêneos quando tenha sido dimensionado pelo método mecanístico-empírico e $Rc > 100m$ , independentemente do método de dimensionamento
Condições de segurança	Macro textura: Ensaio de Mancha de Areia: $0,6 \text{ mm} < HS \leq 1,2 \text{ mm}$
Atrito medido com o "Grip Texter"	$GN \geq 50$

**Nota 09:** Durante a fase de obra, a deflexão poderá ser controlada com a viga "Benkelman", e a aderência pneu pavimento com o Pêndulo Britânico e mancha de areia. Para o recebimento da obra, necessariamente a deflexão deverá ser medida com o FWD, a Irregularidade com emprego do perfilômetro à laser e a aderência pneu pavimento com o emprego do "grip texter". Esta sistemática permitirá que o DER/PR tenha as condições funcionais e estruturais da rodovia no ano zero de abertura ao tráfego, facilitando a implementação de um Sistema de Gerenciamento de Pavimento em nível de rede.

## 10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 Os serviços executados e recebidos na forma descrita, são medidos segundo a seção transversal de projeto, conforme descrito a seguir.

- a) macadame asfáltico, com espessura inferior ou igual a 0,05 m: pela determinação da área tratada expressa em metros quadrados, não sendo computado o que exceder à seção de projeto;
- b) macadame asfáltico com espessura superior a 0,05 m: pela determinação do volume da camada acabada expresso em metros cúbicos. No cálculo de volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é considerada a espessura média  $\bar{X}$  calculada como indicado anteriormente. Quando  $\bar{X}$  for inferior à espessura de projeto, é considerado o valor de  $\bar{X}$ . No caso de  $\bar{X}$  ser maior do que a espessura de projeto, é considerada a espessura de projeto. Considera-se o talude do macadame seco, para fins de cálculo da largura média, igual a 1:1.

**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. Também deverá constar dos relatórios, os laudos de caracterização da emulsão (resolução nº 36/12 da ANP) e do CAP (resolução nº 19/05 da ANP) das cargas de ligantes asfálticos que chegaram no canteiro de obra.
- 11.2 O pagamento é efetivado, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa 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 a nova composição, baseada nas taxas efetivamente aplicadas de agregados e de ligante.