



**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

DER/PR ES-PA 28/23

**PAVIMENTAÇÃO:
CONCRETO ASFÁLTICO USINADO À QUENTE,
COM ASFALTO-BORRACHA, TIPO TERMINAL
BLENDING**

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 28/18
Autor: DER/PR (DT/CPD)

Palavras-chave: asfalto borracha, concreto
asfáltico

32 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de camada de pavimento através da confecção de concreto asfáltico usinado a quente com asfalto-borracha. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade, manejo ambiental, 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 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 dos serviços em epígrafe, tendo como base a especificação DER/PR ES-P 28/18.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na produção e aplicação de misturas asfálticas densas e contínuas, com cimento asfáltico modificado pela incorporação de borracha moída de pneus, com o objetivo de construir, reforçar, rejuvenescer ou conservar pavimentos.

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:

AASHTO T 324-11	- Hamburg Wheel-Track Testing of Compacted Hot Mix Asphalt (HMA)
AASHTO T-330	- Detecção qualitativa de argilas prejudiciais do grupo esmectita em agregados utilizando azul de metileno
ABNT NBR 14376/2019	- Determinação do teor do resíduo seco de emulsões asfálticas convencionais ou modificadas
ABNT-NBR 14329/1999	- Cimento asfáltico de petróleo - Determinação expedita da resistência à água (adesividade) sobre agregados graúdos
ABNT-NBR 15184/2021	- Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional
ANP	- Cimento asfáltico de petróleo modificados por polímeros elastoméricos - Resolução nº 32/10
ANP	- Cimentos asfálticos de petróleo modificados por borracha- Resolução nº 39/08
ASTM D 6307/10	- Asphalt Content of Hot-Mix Asphalt by Ignition Method
ASTM E1926-08 (2021)	- Standard Practice for Computing International Roughness Index of Roads from Longitudinal Profile Measurements
ASTM E2340/E2340M -11(2021)	- Standard Test Method for Measuring the Skid Resistance of Pavements and Other Trafficked Surfaces Using a Continuous Reading, Fixed-Slip Technique
ASTM-D 2172/05	- Quantitative Extraction of Betumen from Bituminous Paving Mixtures – Method B

ASTM-E 303/13	- Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester
ASTM-E 965/19	- Measuring Pavement Macrotecture Depth Using a Volumetric Technique
CONTRAN 2022	- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – VOLUME VII – Sinalização Temporária
DEINFRA-SC ES - P05/16	- Pavimentação: camadas de misturas asfálticas usinadas a quente
DER/PR	- Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR
DER/PR	- Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias
DNER-ME 024/94	- Pavimento – determinação das deflexões pela viga <i>Benkelman</i>
DNER-ME 035/98	- Agregados – determinação da abrasão Los Angeles
DNER-ME 043/95	- Misturas betuminosas a quente – ensaio Marshall
DNER-ME 053/94	- Misturas betuminosas – percentagem de betume
DNER-ME 054/97	- Equivalente de areia
DNER-ME 089/94	- Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio
DNER-PRO 164/94	- Calibração e controle de sistemas de medidores de Irregularidade de superfície do Pavimento (Sistemas Integradores - IPR/USP e Maysmeter)
DNER-PRO 182/94	- Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e Maysmeter
DNER-PRO 273/96	- Determinação de deflexões utilizando deflectômetro de impacto tipo “Falling Weight Deflectometer (FWD)”
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-IPR 719/06	- Manual de Pavimentação
DNIT-IS 22/2019	- Procedimentos técnicos e administrativos para o recebimento de obras de pavimentos novos ou restaurado
DNIT 130/2010-ME	- Asfalto – Determinação da recuperação elástica de materiais asfálticos pelo ductilômetro
DNIT 135/2018-ME	- Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas - Determinação do módulo de resiliência
DNIT 136/2018-ME	- Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Determinação da resistência à tração por compressão diametral
DNIT 180/2018-ME	- Pavimentação – Misturas asfálticas - Determinação do dano por umidade induzida
DNIT 183/2018-ME	- Pavimentação asfáltica – Ensaio de fadiga por compressão diametral à tensão controlada
DNIT 184/2018-ME	- Pavimentação – Misturas asfálticas - Ensaio uniaxial de carga repetida para determinação da resistência à deformação permanente

DNIT 412/2019-ME	- Pavimentação – Misturas asfálticas - Análise granulométrica de agregados graúdos e miúdos e misturas de agregados por peneiramento
DNIT 424/2020-ME	- Pavimentação – Agregado - Determinação do índice de forma com crivos
DNIT 425/2020-ME	- Pavimentação – Agregado - Determinação do índice de forma com paquímetro
DNIT 427/2020-ME	- Pavimentação – Misturas asfálticas - Determinação da densidade relativa máxima medida e da massa específica máxima medida em amostras não compactadas
DNIT 428/2020-ME	- Pavimentação – Misturas asfálticas - Determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados
DNIT 428/2020-ME	- Pavimentação – Misturas asfálticas - Determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados
DNIT 431/2020-ME	- Pavimentação – Misturas asfálticas - Densidade in situ usando densímetro não nuclear
DNIT-PRO 011/04	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias
Lei nº 6.514/77 - CLT – Art. 200	- Normas Regulamentadoras – NR da Segurança e da Medicina do Trabalho
NF P-98-253 Norme Française	- Déformation permanente des mélanges hydrocarbonés

3 DEFINIÇÕES

- 3.1 Concreto asfáltico usinado a quente com asfalto-borracha (CAUQB) é a mistura executada a quente em usina apropriada, composta de agregado mineral graduado, material de enchimento ("filler") e ligante asfáltico modificado com adição de pó de borracha de pneumáticos, espalhada e compactada a quente.
- 3.2 De acordo com o tipo e função na estrutura, a mistura de concreto asfáltico usinado a quente com asfalto-borracha deve atender as características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as seguintes designações:
- a) camada de rolamento ou simplesmente "capa asfáltica": camada superior da estrutura destinada a receber diretamente a ação do tráfego. A mistura empregada deve apresentar estabilidade, flexibilidade, resistência à presença de água, à deformação permanente e à fadiga, compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e tráfego previsto no período de projeto, e condições de rugosidade e irregularidade que proporcione segurança, conforto e economicidade ao usuário, mesmo sob condições climáticas e adversas;
 - b) camada de ligação ou "binder": camada posicionada imediatamente abaixo da "capa". Apresenta, em relação à mistura utilizada para camada de rolamento, diferenças de comportamento, decorrentes do emprego de agregado de maior diâmetro máximo, existência de maior percentagem de vazios, menor consumo de "filler" (quando previsto) e de ligante;
 - c) camada de nivelamento ou "reperfilagem": serviço executado com massa asfáltica de graduação fina e faixa "D" (Comunicado nº 07 – CREMEP-SAM),

com a função de corrigir deformações ocorrentes na superfície de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fissuras existentes.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 O concreto asfáltico usinado a quente com asfalto-borracha pode ser empregado como revestimento, camada de ligação (binder), regularização ou reforço e na recuperação ou recomposição superficial de pavimento.

4.2 Não é permitida a execução dos serviços com concreto asfáltico usinado a quente com asfalto-borracha:

- a) sem o preparo prévio da superfície, limpeza e reparação preliminar;
- b) 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;
- c) 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);
- d) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- e) sem a aceitação do DER/PR, do projeto de dosagem da mistura asfáltica;

Nota 01: no caso de obras de restauração da rodovia, a empresa deverá apresentar também projeto da mistura asfáltica com incorporação de pelo menos 10% de material fresado na mistura nova, de tal forma que todo material fresado originado na obra seja reciclado em pelo menos 90%.

- e) quando a temperatura ambiente no local de aplicação for igual ou inferior a 10° C;
- f) em dias de chuva ou superfície molhada.

4.3 Todo carregamento de ligante betuminoso, com incorporação de borracha por via úmida, que chegar à obra, deve apresentar o Certificado de Qualidade (Ensaio de especificação da Resolução nº 39/08 da ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis) correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço. Deve trazer também indicação clara da procedência, tipo, quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a fonte de produção e o canteiro de serviço. Durante a execução a obra, a construtora é responsável pela adoção de cuidados que propiciem a manutenção da qualidade do ligante asfáltico estocado nos tanques.

4.4 No caso da necessidade de utilização de melhorador de adesividade ("Dope"), este 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.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais

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

5.1.2 Material Asfáltico

5.1.2.1 O material a ser empregado é o cimento asfáltico de petróleo modificado por borracha moída de pneus, tipo terminal “blending”, atendendo a Resolução ANP nº 39/2008.

5.1.2.2 Não será permitida, em nenhuma hipótese, a industrialização na obra ou durante o trajeto distribuidora-obra, no caminhão.

5.1.2.3 A Viscosidade, Brookfield (175° C, 20 rpm, “spindle” 3), deverá se situar entre 1360 e 1840 cP.

5.1.2.4 As condições e o tempo máximo de armazenamento serão definidos pelo fabricante.

5.1.2.5 A cada 100 toneladas de cimento asfáltico que chegar à obra, a construtora deverá coletar duas amostras para realização de, pelo menos, ensaio de penetração, ponto de amolecimento, de viscosidade rotacional “Brookfield” e ensaio de recuperação elástica. Uma das amostras será identificada e estocada até o recebimento final da obra por parte do DER/PR para uma eventual necessidade de comprovação da qualidade do cimento asfáltico aplicado.

5.1.2.6 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 do DER/PR.

5.1.3 Agregados

5.1.3.1 O agregado graúdo deve ser constituído por pedra britada ou seixo rolado britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89-94), devem apresentar perdas inferiores a 12%;
- b) a percentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 35-98) não deve ser superior a 40%;
- c) para tráfego igual ou superior a 1×10^7 ($N_{8,2tf}$ USACE), o agregado graúdo deverá apresentar menos de 10% de partículas alongadas e lamelares;
- d) no caso de emprego de seixo britado, os agregados deverão atenderem as condições quanto às faces britadas mostradas no Quadro 1;

Quadro 1 – Aplicação de seixo - Condição quanto à porcentagem de faces britas

Aplicação de seixo – Condição quanto à porcentagem de faces britadas	
Tráfego (N8,2ft USACE)	Porcentagem de grão/porcentagem de faces britadas
$\leq 1 \times 10^7$	75/...
$1 \times 10^7 < N < 1 \times 10^8$	85/75*
$\geq 1 \times 10^8$	95/90

* 85/75 – 85 por cento dos grãos tem 1 face britada e 75% tem pelo menos 2 faces britadas.

Nota 02: para o emprego de seixo em camada de rolamento e tráfego superior a 1×10^7 , 100% dos grãos deverão apresentar pelo menos uma face britada e 90% deles, duas faces britadas.

Nota 03: agregados com absorção de água maior que 1,5% requerem cuidados especiais para evitar a saturação dos mesmos, como por exemplo, mantendo os depósitos de agregados cobertos, para evitar a heterogeneidade da massa em função da variação na absorção e teor de asfalto-borracha, provocada pela alternância de presença e ausência de água nos poros dos agregados.

Nota 04: para camadas de rolamento, os agregados graúdos não poderão ser de origem calcária (reagente ao ácido clorídrico) devido à sua susceptibilidade ao polimento pela ação do tráfego. Estes agregados poderão ser utilizados, excepcionalmente, com aprovação da Fiscalização do DER/PR, na falta de opção.

5.1.3.2 O agregado miúdo deve ser constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Devem ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

- as perdas no ensaio de durabilidade (DNER-ME 89), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, devem ser inferiores a 15%;
- o equivalente de areia (DNER-ME 54) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deve ser igual ou superior a 55%;
- adsorção de Azul de Metileno do agregado miúdo é no máximo de 10 Mg/g;
- é vedado o emprego de areia proveniente de depósitos em barrancas de rios.

Nota 05: quando o pó de pedra apresentar elevada porcentagem de material passante na peneira de nº 200 (como é o caso de algumas pedreiras de origem basáltica, principalmente), o pó de pedra deverá previamente passar pelo secador de agregados para retirada de parte do material retido no filtro de manga.

Nota 06: instalação de sistema de recuperação e de dosagem dos finos provenientes do filtro de mangas à mistura asfáltica, limitando o uso de areia natural a no máximo 3% a fim de evitar problemas de deformação permanente da mistura asfáltica.

5.1.3.3 O material de enchimento (“filler”), quando necessário, deve estar seco e isento de grumos para ser aplicado, e deve ser constituído necessariamente por cal hidratada tipo CH-I, com no mínimo 50% de óxido de cálcio CaO, atendendo a granulometria apresentada no Quadro 2 (DNER-ME 083).

Quadro 2 – Granulometria do material de enchimento cal CH-1

Granulometria do material de enchimento cal CH-1		
Peneira		Percentagem passando em peso
ABNT	Abertura, mm	
n.º 40	0,42	100
n.º 80	0,18	95 – 100
n.º 200	0,074	65 - 100

5.1.4 Melhorador de adesividade

5.1.4.1 O uso recomendado de cal hidratada tipo CH-I como material de enchimento deve suprimir a necessidade de incorporação de aditivo melhorador de adesividade (dope) ao ligante betuminoso.

5.1.4.2 O DER/PR pode aceitar o uso de dope incorporado ao ligante, como alternativa ao emprego da cal hidratada. Em hipótese alguma será admitida a aquisição de Cimento Asfáltico de Petróleo - CAP já adicionado do melhorador de adesividade.

5.1.4.3 É admitida a adição da cal na mistura de agregados, somente antes do secador da usina.

5.1.4.4 O desempenho da mistura, quanto à adesividade, deverá ser comprovado através do ensaio de danos por umidade induzida (DNIT-ME 180/2018), com razão de resistência à tração por compressão diametral superior a 0,7.

5.2 Composição da mistura

5.2.1 A granulometria da mistura deve satisfazer aos requisitos das faixas granulométricas apresentadas no Quadro 3 e ao percentual do ligante betuminoso determinado no projeto.

Quadro 3 – Faixas granulométricas das misturas asfálticas com asfalto-borracha

Faixas granulométricas das misturas asfálticas com asfalto-borracha							
Peneira de malha quadrada		Percentagem passando, em peso					
ABNT	Abertura (mm)	Faixa A	Faixa B	Faixa C	Faixa D	Faixa E	Faixa F
1 ½"	38,10	100	100	-	-	-	-
1"	25,40	95-100	90-100	100	-	-	-
¾"	19,10	80-100	-	90-100	100	100	-
½"	12,70	-	56-80	-	80-100	90-100	-
⅜"	9,50	45-80	-	56-80	70-90	75-90	100
n.º 4	4,80	28-60	29-59	35-65	50-70	45-65	75-100
n.º 10	2,00	20-45	18-42	22-46	33-48	25-35	50-90
n.º 40	0,42	10-32	8-22	8-24	15-25	8-17	20-50
n.º 80	0,18	8-20	-	-	8-17	5-13	7-28
n.º 200	0,074	3-8	1-7	2-8	4-10	2-10	3-10
Utilização como		Ligação		Rolamento			Reperfilagem
Recomendação do teor de ligante		4,5 – 6,5		5,0 – 7,5			5,5 – 8,0
Espessura máx. (cm)		7,5		7,5 a 5,0			3,0

Nota 07: outras faixas granulométricas, poderão ser utilizadas, inclusive faixas descontínuas, desde que devidamente justificadas pelo projeto e aprovadas pelo DER/PR.

Nota 08: granulometrias tipo “gap graded” com asfalto-borracha tendem a apresentar melhor desempenho quanto à deformação permanente e resistência à fadiga quando comparados com o desempenho de misturas de granulometrias densas.

Nota 09: Os limites de variação do teor de ligante são recomendações e não restrições.

5.2.1.1 A faixa utilizada deve ser aquela cujo diâmetro máximo é inferior a $\frac{2}{3}$ da espessura da camada asfáltica.

5.2.1.2 No projeto da composição granulométrica para camada de rolamento, deve ser considerada a segurança do usuário, atendendo os padrões de aderência contidos nesta especificação (ASTM-E 303, ASTM-E 965 e DNIT IS 22/2019).

5.2.1.3 Para todos os tipos de misturas, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total.

5.2.2 Dosagem e características da mistura

5.2.2.1 Deve ser adotado o ensaio Marshall na dosagem de misturas betuminosas (DNER-ME 043), para verificação inicial das condições de vazios, estabilidade, fluência da mistura betuminosa, e da resistência à tração por compressão diametral, a 25° C (DNIT 136/2018-ME) para a composição granulométrica selecionada, atendendo-se aos valores apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Verificação inicial dos parâmetros volumétricos e da resistência à tração da mistura dosada pela metodologia Marshall

Verificação inicial dos parâmetros volumétricos e da resistência à tração da mistura dosada pela metodologia Marshall			
Ensaio	Característica	Camada de rolamento	Camada de ligação
DNER-ME 043	Porcentagem de vazios	3 a 5	4 a 6
DNER-ME 043	Relação betume/vazios	70 – 82	65 – 75
DNER-ME 043	Estabilidade, mínimo	850kgf	700kgf
DNER-ME 043	Fluência, mm	2,0 – 4,0	2,5 – 3,5
DNIT 136-ME	Resistência à tração por compressão diametral a 25°C, MPa	0,80 (mínimo)	0,65 (mínimo)
–	Relação finos/betume	0,8 – 1,6	0,6 – 1,6

Nota 10: Cálculo da relação finos/betume, conforme estabelecido na INSTRUÇÃO TÉCNICA 01/2017 DO DER-PR, a saber: A equação que define a relação finos/betume é a seguinte:

$$f/b = P200 \cdot (100 - \%b)$$

onde:

P200 = porcentagem passando na peneira 0,075 (n° 200);

%b = porcentagem de ligante na mistura.

O fator (100 - %b) corrige P200 de uma porcentagem do peso do agregado para uma porcentagem do peso da mistura.

Nota 11: a densidade máxima da mistura (GMM – Densidade Máxima Medida) será, necessariamente, determinada pelo procedimento RICE (DNIT 427/2020-ME). Após a

homogeneização da mistura com o ligante asfáltico, a mistura deverá permanecer um período de 2 (duas) horas em estufa com temperatura de 165° C, antes da determinação da GMM. A determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados será feita de acordo com a norma DNIT 428/2020-ME.

Nota 12: caso a empresa construtora disponha de infraestrutura de laboratório ela poderá pleitear à Fiscalização do DER/PR para que a dosagem da mistura asfáltica seja conduzida segundo a metodologia SUPERPAVE. Após a definição do teor de asfalto de projeto, na continuidade, a empresa deverá atender ao item 5.2.2.4.

5.2.2.2 As condições de vazios da mistura na fase de dosagem devem ser verificadas a partir da determinação da Densidade Máxima da Mistura Betuminosa pelo método de Rice (DNIT 180/20-ME).

5.2.2.3 Os vazios do agregado mineral (%VAM), definidos em função do tamanho máximo nominal (TMN) do agregado empregado, devem atender aos valores mínimos apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Porcentagem do volume de vazios no agregado mineral, em função do TMN

Porcentagem do volume de vazios no agregado mineral, em função do TMN			
Tamanho Máximo Nominal *		% VAM, mínimo	
ABNT	mm	Vazios 4%	Vazios 5%
1 ½"	38,1	11	12
1"	25,4	12	13
¾"	19,1	13	14
½"	12,7	14	15
⅜"	9,5	15	16

* **TMN** – É o diâmetro da malha acima daquela que primeiro retém mais do que 10% do material

5.2.2.4 Após da definição inicial do teor de asfalto-borracha e a mistura atender aos requisitos dos Quadros 4 e 5, a mistura asfáltica deverá ser submetida aos ensaios de caracterização mecânica de ensaios de desempenho.

Resistência à deformação permanente

A mistura será submetida ao ensaio uniaxial de carga repetida para determinação da resistência à deformação permanente para a determinação do Flow Number (FN) (DNIT-ME 184/18). A mistura asfáltica deverá apresentar um FN em função do tráfego previsto no período de projeto e velocidade do tráfego de acordo com o Quadro 6.

Quadro 6 – Resistência à deformação permanente da mistura asfáltica, em função do tráfego previsto no período de projeto e velocidade do tráfego (N_{8,2tf} USACE)

Resistência à deformação permanente da mistura asfáltica, em função do tráfego previsto no período de projeto e velocidade do tráfego (N_{8,2tf} USACE)			
Classe	Número de Fluxo (FN)	Número N recomendado	
		Condições normais Vel. > 60 km/h	Condições severas Vel. < 60 km/h
1	FN ≥ 100 ciclos	N < 1x10 ⁶	Não recomendado
2	100 ≤ FN < 300	1x10 ⁶ ≤ N < 1x10 ⁷	N < 1x10 ⁶
3	300 ≤ FN < 750	1x10 ⁷ ≤ N < 1x10 ⁸	1x10 ⁶ ≤ N < 1x10 ⁷
4	750 ≤ FN < 2000	N ≥ 1x10 ⁸	1x10 ⁷ ≤ N < 1x10 ⁸
5	FN ≥ 2000	-	N ≥ 1x10 ⁸

Fonte: Nascimento, 2014.

Caso a mistura dosada não atenda aos requisitos do Quadro 6, deverá se retornar ao projeto de dosagem da mistura ajustando uma nova composição granulométrica e avaliando-se a pertinência da adoção de um ligante de melhor desempenho.

Nota 13: A resistência à deformação permanente da mistura poderá também ser avaliada com o equipamento “Orniéreur” do LCPC (atual IFSTAR). Para este ensaio, o afundamento permanente máximo admissível para a mistura é de 10% da espessura dos corpos de provas ensaiados. A resistência à deformação permanente da mistura poderá também ser avaliada segundo AASHTO T 324-11 usando-se o equipamento Hamburg Wheel-Track Testing). Neste caso, o afundamento máximo admissível será de 12mm.

Resistência à fadiga

Caso a mistura dosada tenha atendido às condições de resistência à deformação permanente, a mistura será submetida ao ensaio de resistência à fadiga por compressão diametral à tensão controlada DNIT-ME 183/2018.

Módulo Resiliente

Para a mistura que atender ao critério de resistência à deformação permanente e resistência à fadiga, será avaliado o seu módulo resiliente de acordo com a norma DNIT-ME 183/2018.

- 5.2.2.5 Após a obtenção dos resultados dos ensaios previstos neste item 5.2.2, a construtora deverá apresentar à Fiscalização do DER/PR um Relatório contendo os resultados dos ensaios para análise e aprovação ou não da dosagem da mistura asfálticas. A empresa deverá, também, apresentar à Fiscalização do DER/PR um Relatório de Avaliação o Dimensionamento da Estrutura do Pavimento, aplicando o mesmo procedimento adotado pela projetista contido no Projeto Final de Engenharia.
- 5.2.2.6 A partir da análise dos resultados contidos nos Relatórios, caberá à Fiscalização do DER/PR dar provimento e aprovação da solução técnica a ser adotada (por exemplo, novo projeto da mistura asfáltica, aumento da espessura do revestimento etc.). Em hipótese alguma os resultados obtidos poderão imputar à empresa executora ônus financeiro no contrato decorrente da necessidade de aumentar espessura do revestimento ou se utilizar outro ligante modificado, devendo a contratada, caso aprovado, ser renumerada por conta da realização destes serviços extras não previsto no contrato.

Nota 14: no caso de obras de restauração da rodovia, a empresa deverá apresentar projeto da mistura asfáltica com incorporação de pelo menos 10% de material fresado na mistura nova, de tal forma que todo material fresado originado na obra seja pelo menos 95% reciclado.

5.3 Equipamentos

- 5.3.1 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, regulação 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.
- 5.3.2 Depósitos para cimento asfáltico modificado por adição de borracha de pneu.

- 5.3.2.1 Os depósitos para o cimento asfáltico modificado por adição de borracha de pneu devem possuir capacidade adequada e dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas fixadas nesta Especificação. Estes dispositivos devem também evitar qualquer superaquecimento localizado. Devem possuir agitadores mecânicos e sistema de recirculação para garantir a circulação desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador durante todo o período de operação.
- 5.3.2.2 As áreas dos depósitos de CAP 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 mapa de rota de fuga.
- 5.3.2.3 As áreas dos depósitos de CAP deverão ser dotadas de sistema de captação de água e vazamentos direcionando os efluentes para caixa coletora de óleo.
- 5.3.3 Depósitos para agregados (silos)
- 5.3.3.1 As instalações de armazenamento e os silos de dosagem de agregados e fíler mineral da usina de asfaltos devem ser cobertos.
- 5.3.3.2 O local onde serão depositados os agregados a serem utilizados na confecção da mistura deve estar limpo.
- 5.3.3.3 Os agregados devem ser estocados convenientemente em locais drenados, cobertos, dispostos de maneira a não ocasionar mistura de agregados, preservando sua homogeneidade e granulometria, não permitindo contaminações por agentes externos.
- 5.3.3.4 As pilhas devem ser identificadas e bem separadas. Se houver contaminação em qualquer pilha, esta deve ser removida imediatamente da área de estocagem.
- 5.3.3.5 Com relação às condições de armazenamento do material de enchimento ("filler"), verificar procedimentos adotados pelo DER/PR.
- 5.3.4 Usinas para misturas asfálticas
- 5.3.4.1 A usina deve ter condições de produzir misturas asfálticas uniformes, devendo estar totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção. Para obras de restauração, necessariamente, o tambor secador deverá ser dotado de anel que permita a incorporação de RAP na mistura nova.
- A) preferencialmente, são empregadas usinas gravimétricas.
- 5.3.4.2 A usina empregada deve ser equipada com unidade classificadora de agregados após o secador para distribuição do material para os silos quentes.
- 5.3.4.3 A Cal Hidratada CH-I, ou Cimento Portland, deve ser adicionada aos agregados na correia transportadora, entre o pó de pedra e o pedrisco, junto aos silos frios.

- 5.3.4.4 As balanças utilizadas nas usinas gravimétricas para pesagem de agregados e para a pesagem do ligante asfáltico devem apresentar precisão de 0,5% quando aferidas com pesos - padrão.
- 5.3.4.5 O sistema de coleta do pó deve ser comprovadamente eficiente para minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deve ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador. No caso de sobra de material fino coletado, a construtora deverá dar destino adequado a ele, previamente aprovado pela Fiscalização do DER/PR.
- 5.3.4.6 O misturador deve ser do tipo "pug-mill" com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, devendo possuir dispositivo de descarga de fundo ajustável e controlador do ciclo completo da mistura.
- 5.3.4.7 A usina deve ser equipada com os seguintes sistemas de controle de temperatura:
- um termômetro com escala em "dial", pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, instalados na descarga do secador e em cada silo quente para registrar a temperatura dos agregados;
 - um termômetro com proteção metálica e graduação de 90° C a 210° C instalado na linha de alimentação do asfalto-borracha, em local adequado, próximo à descarga no misturador;
 - tubulação de alimentação com diâmetro compatível para manuseio de asfalto-borracha e bomba hidráulica com potência para alimentar o sistema com o teor de asfalto especificado em projeto.

B) Usinas Fluxo Contínuo

Pode ser utilizada, quando autorizado pelo DER/PR, usinas do tipo Fluxo Contínuo, atendendo as características mínimas a seguir:

- usinas com secador contrafluxo (para obras de restauração, necessariamente, o tambor secador deverá ser dotado de anel que permita a incorporação de RAP na mistura nova);
- um silo para cada material;
- dosador de "filler";
- alimentação de agregados com velocidade variável;
- sistema de controle de dosagem, preferencialmente automatizado e sincronizado que permita aumentar ou diminuir a velocidade sem alterar as proporções;
- balança para agregados;
- alarme para falta de fluxo de material;
- misturador externo rotativo ou "pug-mill";
- controle de temperatura.

Especial atenção deve ser dada à segurança dos operadores da usina, particularmente no que tange a eficácia dos corrimões das plataformas e escadas, à proteção de peças móveis e a área de circulação dos equipamentos de alimentação de silos e transporte da mistura.

5.3.4.8 Todos os colaboradores envolvidos na operação da usina deverão usar EPIs com máscaras individuais capazes de filtrarem gases NO₂, SO₂ e do grupo compostos orgânicos voláteis (COV) e de Material Particulado Total (MPT).

5.3.4.9 As instalações da usina de mistura asfálticas 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 mapa de rota de fuga.

Nota 15: É permitido o uso de aditivo orgânico melhorador da eficiência de compactação (aditivo para misturas mornas, tipo WMA), desde que previsto e dosado ao ligante asfáltico durante a fase de projeto de dosagem da mistura asfáltica.

5.3.5 Caminhão para transporte da mistura

5.3.5.1 O transporte da mistura asfáltica deve ser efetuado através de caminhão basculante com caçamba metálica. No caso de transporte por vias públicas, os caminhões devem ser devidamente cobertos e enlonados e atenderem à legislação vigente do CONTRAN quanto carga máxima transportada (em termos de PBT e carga por eixo).

5.3.6 Equipamento para distribuição

5.3.6.1 A distribuição da mistura asfáltica é normalmente efetuada, através de vibro acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura ao alinhamento, cotas e abaulamento requeridos.

5.3.6.2 A vibro acabadora deve ser, preferencialmente, equipada com esteiras metálicas para sua locomoção. O uso de acabadoras de pneus só é admitido se for comprovado que a qualidade do serviço não é afetada por variações na carga acabadora.

5.3.6.3 A vibro acabadora ainda deve possuir:

- a) sistema composto por parafuso-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho;
- b) sistema rápido e eficiente de direção, além de marchas para a frente e para trás;
- c) alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidade na distribuição da massa;
- d) sistema de nivelamento eletrônico e dotada de esqui de comprimento mínimo de 6,0 m.

5.3.6.4 A distribuição da massa asfáltica destinada a camadas de reperfilagem, pode ser executada com motoniveladora, obrigatoriamente com pneus lisos, capaz de espalhar e conformar a mistura, de maneira eficiente e econômica, às deformações do pavimento existente. A borda cortante da lâmina deve ser substituída sempre que se apresentar desgastada ou irregular.

5.3.7 Equipamento para compressão

5.3.7.1 A compressão da mistura asfáltica é efetuada pela ação combinada de rolo de pneumáticos e rolo liso tandem, ambos autopropelidos.

5.3.7.2 É obrigatória a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida. Os rolos de pneus devem ser continuamente untados com produto específico para evitar a aderência da mistura asfáltica nas bandas de rodagem. É terminantemente proibido o uso de óleo diesel ou gasolina nesta operação.

5.3.7.3 O rolo compressor de rodas metálicas lisas tipo tandem deve ter peso compatível com a espessura da camada.

5.3.7.4 O emprego de rolos lisos vibratórios pode ser admitido, desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço e, que sua utilização tenha sido comprovada, em serviços similares.

5.3.7.5 Em qualquer caso, os equipamentos utilizados devem ser eficientes no que tange à obtenção das densidades objetivadas, enquanto a mistura se apresentar em condições de temperatura que lhe assegurem adequada trabalhabilidade.

5.3.8 As seguintes ferramentas e equipamentos acessórios são utilizados, complementarmente:

- a) soquete mecânico ou placa vibratória, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) pás, garfos, rodos e ancinhos, para operações eventuais;
- c) régua metálica com 3 metros de comprimento.

5.3.9 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.

5.4 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, bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, os procedimentos sobre a execução prévia e obrigatória de segmento (s) experimental (is) a serem obedecidos pela executante e pela Fiscalização do DER/PR.

5.4.3 Após as verificações realizadas no(s) segmento(s) experimental (is), comprovando-se sua aceitação por atender valores e limites definidos nesta especificação e eventuais indicações particulares definidas em projeto deve ser emitido Relatório do (s) Segmento (s) Experimental (is) com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

Nota 16: na falta de procedimento mais apropriado aprovado pelo DER/PR, admite-se que o nível deflectométrico admissível para a camada de rolamento possa ser estabelecido a partir de medidas realizadas na execução do (s) segmento (s) experimental (is) e utilizando-se: a) um software de análise de sistema de camadas elástico-linha; b) valor de módulo resiliente obtido no item 5.2.2 ou o intervalo de módulos resilientes médios de misturas asfálticas com asfalto-borracha empregadas no estado do Paraná executadas com agregados de igual embasamento rochoso e mesmo ligante asfáltico e; c) o modelo de correlação entre deflexão de número de solicitações equivalentes ao eixo padrão de 8,2_r (USACE) contido no procedimento TECNAPAV/94.

Nota 17: caso a construtora disponha condições de execução do ensaio DNIT 431/2020-ME, ela poderá pleitear junto à equipe de fiscalização do DER/PR o uso deste equipamento para o controle da densificação das camadas de revestimento asfáltico. A aferição do procedimento, comparativamente ao procedimento tradicional, será feita durante a execução do(s) segmento(s) experimental(is), com a presença da equipe de fiscalização do DER/PR. A Fiscalização do DER/PR analisará os resultados contidos no Relatório do Segmento Experimental e emitirá Parecer quanto à liberação ou não deste procedimento para o controle do grau de compactação destas camadas.

- 5.4.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental por desempenho insatisfatório quanto aos limites dos parâmetros especificados, haverá a necessidade de remover a camada, promover eventuais ajustes necessários no projeto da mistura asfáltica e aplicação de CAUQ sobre a superfície do segmento experimental originalmente executado ou em um novo segmento. Caso a rejeição se dê por condições granulométricas, espessura a menor ou grau de compactação inferior a 97%, ajusta-se a granulometria e aplica-se uma nova camada de revestimento sobre o mesmo segmento

Nota 18: a execução do segmento experimental tem caráter orientativo e de treinamento da equipe com equipamentos disponibilizados pela construtora e com os materiais empregados. No caso de a rejeição dos serviços após a empresa ter cumprido na íntegra o item 5.4 até aqui, em hipótese alguma os resultados obtidos poderão imputar à empresa executora ônus financeiro no contrato decorrente da necessidade de aumento da espessura da camada do revestimento por conta de não serem atingidos os valores admissíveis para o nível deflectométrico especificado em projeto. Caberá à 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.

5.4.5 Preparo da superfície

- 5.4.5.1 A superfície que receber a camada de concreto asfáltico com asfalto-borracha deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais.
- 5.4.5.2 Eventuais defeitos existentes, tipo trincas FC-3, buracos e solevamento de mistura asfáltica nos bordos da trilha de rodagem, devem ser adequadamente reparados previamente à aplicação da mistura. Para estas correções deverão ser observadas as normas DER/PR ES-PA 31 (fresagem a frio) e DER/PR ES-PA 12 (reparo superficial), naquilo que couber.
- 5.4.5.3 A pintura de ligação deve apresentar película homogênea e adequadas condições de aderência, para execução do concreto asfáltico com asfalto-borracha e se necessário, nova pintura de ligação deve ser aplicada, previamente à distribuição da mistura. A pintura de ligação deverá ser executada conforme a norma DER/PR ES-PA 17.

- 5.4.5.4 No caso de desdobramento da espessura total de concreto asfáltico com asfalto-borracha em duas camadas, a pintura de ligação entre essas não pode ser dispensada.
- 5.4.6 Produção do concreto asfáltico usinado a quente com asfalto-borracha
- 5.4.6.1 O concreto asfáltico com asfalto-borracha deve ser produzido em usina apropriada, calibrada, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura, atendendo aos requisitos apresentados no item 5.3.4 desta especificação.
- 5.4.6.2 A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico modificado com borracha deve ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante, definida pelo fabricante ou fornecedor.
- 5.4.6.3 A temperatura limite de aquecimento do ligante asfáltico, deverá ser definida pelo fabricante ou fornecedor.
- 5.4.6.4 A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deve ser de 10° C a 15° C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante.
- 5.4.6.5 A produção do concreto asfáltico com asfalto-borracha e a frota veículos de transporte devem assegurar a operação contínua da vibro acabadora.
- 5.4.7 Transporte do concreto asfáltico usinado a quente com asfalto-borracha
- 5.4.7.1 O caminhão deve ser carregado de maneira a evitar segregação da mistura dentro da caçamba: a primeira carga na frente, a segunda na traseira e, por último, no meio. No caso de transporte por vias públicas, os caminhões devem ser devidamente cobertos e enlonados e atenderem à legislação vigente do CONTRAN quanto carga máxima transportada (em termos de PBT e carga por eixo).
- 5.4.7.2 O concreto asfáltico com asfalto-borracha produzido é transportado da usina ao local de aplicação, em caminhão basculante atendendo ao especificado no subitem 5.3.5
- 5.4.7.3 A aderência da mistura às chapas da caçamba é evitada com aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água), água e sabão, ou produto específico para este fim, que não derivados de petróleo (óleo diesel, querosene etc.). Em qualquer caso, o excesso de solução deve ser retirado, antes do carregamento da mistura, basculando-se a caçamba.
- 5.4.7.4 A caçamba do veículo deve ser coberta com lona impermeável durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira e, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

5.4.8 Distribuição da mistura

5.4.8.1 No emprego de concreto asfáltico com asfalto-borracha como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deve ser distribuída por uma ou mais vibro acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados.

5.4.8.2 Previamente ao início dos trabalhos, deve ser assegurado o conveniente aquecimento da mesa alisadora da vibro acabadora, à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento se destina, exclusivamente, ao aquecimento da mesa alisadora, e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia.

5.4.8.3 As irregularidades que aparecerem na superfície da camada acabada, devem ser corrigidas de imediato, com a adição manual de massa e espalhamento efetuado com ancinhos e/ou rodos metálicos. No entanto essa alternativa deve ser minimizada, pois, o excesso de reparo manual compromete a qualidade do serviço.

5.4.8.4 Todos os colaboradores envolvidos na operação da vibro acabadora, acabamento de juntas, controle de temperatura e operadores de equipamentos de compactação deverão usar EPIs com máscaras individuais capazes de filtrarem gases NO₂, SO₂ e do grupo compostos orgânicos voláteis (COV) e de Material Particulado Total (MPT).

5.4.9 Compressão

5.4.9.1 A compressão da mistura asfáltica com asfalto-borracha tem início imediatamente após a sua distribuição.

5.4.9.2 Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente em cada caso.

5.4.9.3 A sequência de rolagem e os diferentes tipos de rolos compactadores, devem estar em conformidade com os melhores resultados obtidos no trecho experimental.

5.4.9.4 O número de coberturas de cada equipamento é definido na execução do (s) segmento (s) experimental (is), de forma a se atingir as condições de densidade e grau de compactação especificado em projeto.

5.4.9.5 As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados devem atender às seguintes orientações gerais:

- a) a compressão deve ser executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciada pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;
- b) em cada passada, o equipamento deve recobrir, ao menos, a metade da largura rolada na passada anterior;
- c) mudança de direção dos rolos deve ser suavizadas e em região da mistura já compactada.

- 5.4.9.6 A espessura máxima de cada camada após compressão, deve ser definida na obra pelo DER/PR durante a execução do(s) segmento(s) experimental(is), em função das características de trabalhabilidade da mistura e da eficiência do processo e dos equipamentos de compactação.
- 5.4.9.7 As juntas transversais de final de jornada devem ser feitas em região da camada compactada. A equipe de campo deverá dar uma conformação final para a mistura asfáltica que sobrou após a saída da vibro acabadora, permitindo que os rolos de compactação tenham condições de propiciar a efetiva compactação da camada e que o material compactado seja de fácil retirada no reinício dos trabalhos.
- 5.4.9.8 No reinício dos trabalhos, preferencialmente deve-se fazer uso de serra de corte para alinhamento e corte vertical da junta transversal. Após a retirada do material, a superfície e região do corte devem receber uma rega com emulsão.
- 5.4.9.9 Para minimizar a formação de depressões na região das juntas transversais recomenda-se uma pré-compactação da mistura solta junto à junta, empregando-se equipamentos manuais de compactação. Após complementação da espessura com mistura solta, a compactação da junta é iniciada com rolo liso atuando paralelamente à junta e apoiado na camada já compactada.
- 5.4.9.10 A espessura da mistura asfáltica solta deverá contemplar um grau de emolamento (em função da trabalhabilidade da mistura e do grau de compactação alcançado pela vibro acabadora) de tal forma que se obtenha a espessura de projeto após se atingir o grau de compactação especificado.
- 5.4.9.11 O processo de execução das juntas transversais (emendas) e longitudinais deve assegurar adequada condição de acabamento e minimizar o IRI. Para tanto, pode-se utilizar um perfil metálico de 3 metros de comprimento, posicionando-o na região das emendas. As amplitudes de ondas observadas nesta região devem ser inferiores à 5,0 mm.
- 5.4.9.12 Não é permitido que o material resultante do rastelamento da mistura asfáltica na conformação da junta longitudinal seja despejado na frente da vibro acabadora, gerando segregação localizada. Também não é permitido espalhar este material logo atrás da vibro acabadora, sobre a superfície recém espalhada. Este material deverá retornar para a usina para ser reciclado.
- 5.4.9.13 A camada de concreto asfáltico modificado com adição de borracha recém-acabada somente deve ser liberada ao tráfego após o seu completo resfriamento.

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 Agregados

- 6.2.1 Receber a brita e a areia somente com a apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal, cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Registro de Ocorrências da obra.
- 6.2.2 Exigir a documentação emitida pelo órgão ambiental competente atestando a regularidade das instalações e da operação da pedreira/areal/usina, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros.
- 6.2.3 Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a produção e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos.
- 6.2.4 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.
- 6.2.5 É proibida a utilização de queimadas como forma de desmatamento e limpeza. Para desmatamento é necessário obter a respectiva autorização junto ao órgão ambiental competente.

6.3 Ligante asfáltico

- 6.3.1 Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água e dotados de sistema para contenção de vazamentos e de captação de águas incidentes e condução do efluente para caixa separadora de óleo.
- 6.3.2 Reaproveitar o refugo dos materiais para melhoramento de acessos às pequenas propriedades lindeiras conforme as condições a seguir descritas ou ter disposição final de acordo com a Lei Estadual nº 12.493/99, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 6.674/02 e pelas normas e especificações vigentes:
 - a) o refugo em sólido (massa) pode ser reaproveitado desde que devidamente espalhado e compactado;
 - b) o refugo em estágio líquido pode ser reaproveitado desde que misturado com qualquer agregado, inclusive solo local que permita condição de tráfego, sendo devidamente espalhado e compactado.

6.4 As operações em usinas misturadoras a quente englobam:

- a) estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
- b) transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
- c) transporte e estocagem de "filler";
- d) transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.

O Quadro 7 apresenta as principais fontes e agentes poluidores, emanados durante a operação da usina de mistura asfáltica.

Quadro 7 – Principais fontes e agentes poluidores, emanados durante a operação da usina de mistura asfáltica

Principais fontes e agentes poluidores, emanados durante a operação da usina de mistura asfáltica	
Agente poluidor	Fontes poluidoras
I. Emissão de partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II. Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos.
II. Emissões fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura. São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar o seu fluxo.

6.4.1 Em função destes agentes, devem ser obedecidos os princípios a seguir listados.

6.4.1.1 Quanto à instalação

- a) a contratante é responsável pela obtenção da licença de instalação e operação do empreendimento;
- b) a executante é responsável pela obtenção da licença de instalação para canteiro de obra, depósitos e pedreira industrial, quando for o caso;
- c) não permitir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distância inferior a 1000 m (mil metros), medidos a partir da base da chaminé, de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversão e outras construções comunitárias;
- d) as áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção e lavagem dos equipamentos devem ser dotadas de sistema de captação de águas para estas serem encaminhadas para caixas separadoras de óleo.
Além disso, estas áreas devem ser localizadas de forma que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até os cursos d'água;
- e) nas instalações do canteiro de obra da construtora, as áreas destinadas à manutenção e lavagem de equipamentos bem como ao armazenamento de ligantes asfálticos, deverão ser dotadas de sistema de captação de águas e de vazamentos e condução dos efluentes para caixas coletoras de óleo;
- f) as instalações deverão ser dotadas de sistema preventivo contra incêndio e preventivo contra descargas atmosféricas aprovados pelo corpo de bombeiro do Paraná. As áreas fechadas, deverão apresentar, de forma visível, mapa com indicação de rota fuga;
- g) as áreas afetadas pelas operações de construção e execução devem ser recuperadas com a remoção da usina, dos depósitos e a limpeza do canteiro de obras.

6.4.1.2 Quanto à operação

- a) instalar sistemas de controle de poluição do ar, constituídos por ciclones e filtro de mangas e de equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislação vigente;
- b) apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, os resultados de medições em chaminés que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental;
- c) equipar os silos de estocagem de agregados de proteções laterais e cobertura para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento;
- d) enclausurar a correia transportadora de agregado frio adotando procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera;
- e) manter pressão negativa no secador rotativo enquanto a usina estiver em operação, para evitar emissões de partículas na entrada e saída do mesmo no caso de usinas tipo batelada/gravimétrica, também manter pressão negativa na região do deque de peneiras e pesagem dos agregados quentes.

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 Para controle de execução, devem ser feitos ensaios nas quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério da Fiscalização do DER/PR ou da executante, serem ampliados para garantia da qualidade da obra.
- 7.3 A Fiscalização poderá a qualquer momento, solicitar acompanhamento de execução de ensaio de confirmação de resultados considerados insatisfatórios.
- 7.4 Ensaios mínimos necessários para o controle de qualidade dos materiais:
 - 7.4.1 Asfalto-borracha
 - 7.4.1.1 Os CAPs deverão atender o Item 4.2 das Condições Gerais e item 5.1.2 das Condições Específicas. Além destas condições, o controle de qualidade conta, no mínimo dos ensaios apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 – Ensaios para o controle de qualidade dos ligantes

Ensaios para o controle de qualidade dos ligantes	
Quantidade	Descrição
Para cada carga de ligante asfáltico que chegar na obra	
01	Ensaio de adesividade
01	Ensaio de recuperação elástica
01	Ensaio de penetração e ponto de amolecimento
01	Ensaio de viscosidade “Brookfield”

Ensaio para o controle de qualidade dos ligantes	
Quantidade	Descrição
Para cada carga de emulsão que chegar na obra	
01	Ensaio de adesividade
01	Ensaio de resíduo por evaporação (NBR 14376)
01	Peneiramento (DNER-ME 05/94)
01	Carga elétrica (DNIT- ME - 156/11)
01	Ponto de amolecimento, Penetração e Recuperação elástica (ensaio realizado com o ligante residual)
01	Ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol"

7.4.2 Agregados

7.4.2.1 Para os agregados, o controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 – Ensaio para o controle de qualidade dos agregados

Ensaio para o controle de qualidade dos agregados	
Quantidade	Descrição
No início da obra ou sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedreira	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de lamelaridade – índice de forma
01	Ensaio de durabilidade graúdo e miúdo
01	Ensaio de dano por umidade induzida
Para cada 500 t de mistura produzida	
01	Ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo
01	Ensaio de granulometria do agregado de cada silo
Para cada 3000 t de mistura produzida	
01	Ensaio de granulometria do "filler"
A cada 6 meses	
01	Ensaio de índice de forma
01	Ensaio de dano por umidade induzida
01	Densidade Máxima Medida (GMM) pelo procedimento RICE
01	Dosagem da mistura asfáltica (revisão) ou sempre que a densidade efetiva do agregado variar mais que 0,040g/cm ³ em relação à do projeto aprovado
01	Revisão da calibração da Usina
01	Revisão das condições de operação do filtro de manga
Anualmente	
01	Ensaio de desgaste Los Angeles
01	Ensaio de durabilidade do graúdo e miúdo
01	Dano por umidade induzida
01	Ensaio de índice de forma
01	Granulometria dos agregados

7.4.3 Controle de Produção da mistura

7.4.3.1 O controle interno de qualidade da mistura produzida consta, no mínimo, dos ensaios apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 – Ensaios para o controle de qualidade da mistura produzida na usina

Ensaios para o controle de qualidade da mistura produzida na usina	
Quantidade	Descrição
No início da obra ou sempre que houver alteração mineralógica na bancada da pedreira	
01	Dosagem da mistura asfáltica
01	Determinação da resistência à deformação permanente
01	Ensaio de resistência à fadiga
01	Determinação do módulo resiliente
Diariamente na usina	
01	Determinação da umidade dos agregados nos silos frios ao menos 3 vezes ao dia
01	Extração do ligante da mistura quantas vezes forem necessárias no início de cada jornada de trabalho e sempre que houver indícios da falta ou excesso no teor de ligante da mistura, no mínimo 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho
01	Granulometria da mistura de agregados resultante da extração de ligante no mínimo 2 ensaios por jornada de 8 horas de trabalho
01	Moldagem de corpos de prova Marshall (6 corpos de prova) para determinação da massa específica aparente da mistura, do Vv (%) e RBV (%) (DNIT 428/2020-ME) e resistência à tração
01	Determinação do teor de umidade da mistura asfáltica (duas vezes ao dia)
01	Inspeção visual da coloração dos gases que saem do sistema de exaustão da usina para possível ajuste no queimador do maçarico
Para cada 100 t de mistura produzida	
01	Medidas de temperatura dos agregados nos silos quentes, do ligante antes da entrada do misturador e da mistura na saída do misturador
Para cada incorporação de dope ao ligante, e sempre que o ligante dopado for armazenado por mais de 5 dias	
01	Determinação expedita da resistência à água (adesividade)
Anualmente	
01	Dosagem da mistura asfáltica
01	Ensaio de resistência à fadiga
01	Determinação da resistência à deformação permanente
01	Determinação do módulo resiliente
01	Dano por Umidade Induzida

Nota 19: com os resultados dos ensaios obtidos na avaliação anual, construtora deverá apresentar à Fiscalização do DER/PR um Relatório de Avaliação o Dimensionamento da Estrutura do Pavimento, aplicando o mesmo procedimento adotado pela projetista, contido no Projeto Final de Engenharia. A partir da análise dos resultados contidos no Relatório, caberá à equipe de Fiscalização do DER/PR dar provimento e aprovação da solução técnica a ser adotada (por exemplo, um novo projeto da mistura asfáltica, o aumento da espessura de revestimento etc.). Em hipótese alguma os resultados obtidos poderão imputar à empresa executora ônus financeiro no contrato decorrente da necessidade de aumentar espessura do revestimento ou se utilizar ligante

modificado, devendo a contratada, caso aprovado, ser renumerada por conta da realização destes serviços extras não previsto no contrato.

7.4.4 Controle de Execução na Pista

7.4.4.1 O controle interno de qualidade de execução na pista consta, no mínimo, dos ensaios apresentados no Quadro 11.

Quadro 11 – Ensaio para o controle de qualidade de execução na pista

Ensaio para o controle de qualidade de execução na pista	
Quantidade	Descrição
Espalhamento e compactação	
01	Temperatura durante o espalhamento e imediatamente antes da compactação várias vezes ao dia
Para cada 200 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da vibro acabadora	
01	Extração do ligante da mistura
01	Granulometria da mistura de agregados resultante da extração de ligante
Para cada 2000 t de mistura produzida imediatamente após a passagem da vibro acabadora	
01	Densidade Máxima da Mistura Betuminosa (RICE)
Para cada 100 t de mistura aplicada e compactada, em amostra indeformada extraída por sonda rotativa	
01	Densidade aparente e espessura (média de 2 corpos de prova)
01	Resistência a Tração por Compressão Diametral (média de 2 corpos de prova)
Para cada mês de aplicação de mistura asfáltica ou um mínimo de 1000 metros	
01	Medição da irregularidade
01	Medição da resistência à derrapagem
01	Medição da macro textura (medidos nos mesmos locais de avaliação da resistência à derrapagem)

Nota 20: A determinação do grau de compactação - GC para o controle tecnológico deve ser relação a Densidade Rice do dia, para levar em consideração o volume de vazios da mistura em condições reais (em relação a variação da densidade e absorção do agregado), e não em relação a densidade da mistura determinada por ocasião do projeto de dosagem.

Nota 21: paralelamente aos ensaios de extração de betume pelo método de centrifugação são realizados a cada 3.000 t de massa produzida, um ensaio de extração segundo ASTM-D 2172 – método B para ajuste de possíveis desvios no ensaio do “Rotarex”.

Nota 22: os pontos de coleta de materiais por sonda rotativa obrigatoriamente devem coincidir com os pontos de coleta de amostras para ensaios de extração de ligante e RICE. Do material coletado por sonda rotativa devem ser calculadas as percentagens de vazios totais, vazios do agregado mineral e relação betume/vazio.

Nota 23: para qualquer tipo de camada deve ser verificado seu bom desempenho com medidas de deflexão (DNER-ME 24) espaçadas a cada 20 metros e na futura trilha de rodagem. Os valores medidos e analisados estatisticamente devem atender aos limites definidos no projeto e/ou no Relatório do (s) Segmento (s) Experimental (is). Para o caso do não atendimento dos limites estabelecidos em projeto, mesmo refazendo-se a etapa, aplica-se ao item 5.4.4. Ressalta-se que por ocasião do recebimento em definitivo da obra por parte DER/PR, necessariamente as deflexões deverão medidas.

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 Quadros 8, 9, 10 e 11. 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, quando julgar necessário, a realização aleatória de testes e ensaios previstos no item 7 para comprovar os resultados obtidos pela executante, bem como formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço.

8.2 Compete exclusivamente à Fiscalização do DER/PR, o controle geométrico que consiste na realização de medidas para verificação de larguras, extensões e espessuras para determinação das quantidades executadas por unidade de serviço.

8.3 A espessura da camada deve ser medida a cada 100 m, por extração de corpos de prova na pista ou pelo nivelamento do eixo e dos bordos antes e depois do espalhamento e compactação da mistura.

8.4 A verificação dos alinhamentos do eixo e bordos nas diversas seções correspondentes às estacas da locação é feita à trena.

8.5 Verificação final da qualidade - acabamento e segurança

8.5.1 A irregularidade deve ser medida em todas as faixas de tráfego com “aparelho medidor de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrado (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182), ou por sistemas a laser (ASTM-E 1926-08) desde que aceitos e aprovados pelo DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200 m.

8.5.2 A macro textura é avaliada pelo ensaio de mancha de areia à razão de uma determinação a cada 200 m de faixa. 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 200 m de faixa. O ensaio de mancha de areia deve 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.

8.5.3 Medições indiretas de atrito com o pêndulo britânico (ASTM-E 303) devem ser efetuadas nos mesmos locais de avaliação indicados para a macro textura.

8.5.4 A verificação da qualidade final da superfície do pavimento se dará pelo acompanhamento pela Fiscalização do DER/PR da execução e tratamento estatísticos dos resultados dos ensaios conduzidos pela construtora. Caso um ou mais dos resultados obtidos no item 7.4 estiver(em) fora dos valores(es)

especificado(s), a Fiscalização do DER poderá solicitar a imediata paralização dos serviços para que sejam realizados os ajustes no projeto da mistura asfáltica e/ou na calibração da usina e/ou processo executivo. O retorno às atividades somente quando a Fiscalização concluir que os ajustes que foram realizados atenderão aos requisitos de desempenho.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 O cimento asfáltico modificado por polímero recebido no canteiro é aceito, desde que atendidos os seguintes requisitos:

- a) os ensaios de controle de qualidade do CAP constantes no certificado emitido pelo distribuidor (item 4.2 Condições Gerais e 5.1.1 das Condições Específicas), devem ser satisfatórios;
- b) os resultados dos ensaios de controle de qualidade para certificação da qualidade do CAP recebido na obra executados no laboratório da construtora (ponto de amolecimento, penetração, recuperação elástica e viscosidade) deverão atender à especificação ANP Resolução ANP nº 39/08.

9.1.2 Os agregados graúdo, miúdo e o “filler” utilizados, são aceitos desde que atendidas as seguintes condições:

- a) o agregado graúdo atenda aos requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade e percentagem de grãos defeituosos;
- b) o agregado miúdo deve atender aos requisitos desta especificação no que se refere aos ensaios de equivalente de areia e durabilidade;
- c) o “filler” (cal hidratada CH-I) deve apresentar-se seco, sem grumos, e enquadrado na granulometria especificada.

9.2 Aceitação da execução

9.2.1 Temperatura

9.2.1.1 A produção da mistura asfáltica com asfalto-borracha é aceita quando as temperaturas medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico com adição de borracha efetuado ao longo do dia de produção estiverem situadas na faixa desejável, definida em função da curva “viscosidade x temperatura” do ligante empregado ou definida pelo produtor/fornecedor. Constantes variações ou desvios significativos em relação à faixa de temperatura desejável, indicam a necessidade de suspensão temporária do processo de produção providenciando-se os necessários ajustes.

9.2.2 Quantidade de ligante e graduação da mistura de agregados

9.2.2.1 A quantidade de cimento asfáltico modificado por adição de borracha obtida pelos ensaios de extração, em amostras individuais, não deve variar, em relação ao teor de projeto, de mais do que 0,3%, para mais ou para menos.

9.2.2.2 Durante a produção, a granulometria da mistura pode sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada conforme Quadro 12.

Quadro 12 – Tolerâncias para os limites da faixa granulométrica de trabalho

Tolerâncias para os limites da faixa granulométrica de trabalho		
Peneira		% Passando, em Peso
ASTM	mm	
3/8" a 1 1/2"	9,5 a 38,1	± 7
nº 40 a nº 4	0,42 a 4,8	± 5
nº 80	0,18	± 3
nº 200	0,074	± 2

9.3 Características Marshall da mistura

9.3.1 Os valores de percentual de vazios, vazios do agregado mineral, relação betume-vazios, resistência à tração por compressão diametral, dano por umidade induzida e resistência à deformação permanente e resistência à fadiga devem atender ao prescrito no subitem 5.2.2.

9.3.2 A eventual ocorrência de valores que não atendam ao especificado, resulta na não aceitação do serviço. As deficiências devem ser corrigidas mediante ajustes na formulação do traço e/ou no processo executivo.

9.3.3 Os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente, conforme os procedimentos descritos no item 8.6.1, devem estar no intervalo de 97% a 101%, não sendo tolerados valores individuais inferiores a 96%.

9.3.4 A camada de concreto asfáltico com asfalto-borracha é aceita se as medidas de deflexão forem inferiores à deflexão máxima admissível de projeto ou definida no Relatório do (s) Segmento (s) Experimental (is), para o tipo da camada.

9.4 Aceitação do controle geométrico

9.4.1 Os serviços executados são aceitos desde que atendidas as seguintes condições:

- a) a largura da plataforma não deve ser menor que a prevista para a camada;
- b) quanto à espessura da camada acabada:

b.1) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

Sendo:

$$u = \bar{X} - \frac{1,29s}{\sqrt{n}}$$

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

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

Onde:

u – espessura média;

x_i – valores individuais;

\bar{X} – média da amostra;

s – desvio padrão;

k – coeficiente tabelado em função do número de determinações definido (tamanho da amostra);

n – número de determinações (tamanho da amostra).

b.2) a espessura média determinada estatisticamente deve situar-se no intervalo de $\pm 5\%$ em relação à espessura prevista em projeto;

b.3) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto.

Nota 24: o critério de espessura não cabe para serviços de reperfilagem e de remendo, pois normalmente o fundo da cancha fresada não fica suficientemente nivelada para atingir o critério de $\pm 5\%$

c) eventuais segmentos em que se constate deficiência de espessura são objeto de amostragem complementar, com novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, devem ser reforçadas, às expensas da executante. A Fiscalização do DER/PR deverá previamente aprovar a solução dada pela construtora para a recuperação do segmento e se atingir a capacidade estrutural para atender ao tráfego previsto no período de projeto.

9.5 Aceitação do acabamento e das condições de segurança

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

- as juntas executadas apresentem-se homogêneas, em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências indesejáveis. Flechas e depressões (ou amplitude de ondas) medidas com uma régua metálica de 3 metros devem ser inferiores na região das juntas transversais e paradas da vibro acabadora devem ser inferiores a 3 mm;
- a superfície apresente-se desempenada, não ocorrendo marcas indesejáveis do equipamento de compressão;
- os valores do Índice Internacional de Irregularidade - IRI devem ser de no máximo 2,7 m/km;
- os valores da altura de areia (HS) obtidos com o ensaio de mancha de areia devem ser igual $0,60 \text{ mm} < \text{HS} < 1,20 \text{ mm}$ para análises estatísticas;
- os valores de resistência à derrapagem (VRD) obtidos com o pêndulo britânico devem ser iguais a $\text{VRD} > 50$.

9.6 Condições de conformidade e não conformidade

9.6.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir as condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a descritos na sequência.

- 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 13;

n – número de determinações.

Quadro 13 – 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
α	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					α = 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.

- 9.7 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às condições desta especificação.
- 9.8 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.
- 9.9 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas estiverem em conformidade com o disposto nesta especificação.
- 9.10 Das condições de recebimento em definitivo da obra pelo DER/PR
- 9.10.1 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, com adaptações. O Quadro 14 apresenta um resumo dos padrões de desempenho exigidos pelo DER/PR no recebimento de obras de pavimentos asfálticos.

Quadro 14 – Padrões de desempenho, exigidos no recebimento de obras de manutenção preventiva, por parte do DER/PR

Padrões de desempenho, exigidos no recebimento de obras de manutenção preventiva, por parte do DER/PR	
Indicador	Padrões exigidos
IRI	$\leq 2,5$ m/km com valores individuais inferiores a 2,8m/km
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
Panela (buraco)	0,0 % de frequência relativa ou área
Deflexão característica (D_c) e Raio de Curvatura (R_c) Deflexões medidas com FWD	Pavimentos restaurados $D_c \leq 1,1 \times D_{adm}$, em 100% dos segmentos homogêneos e $R_c > 100$ m
Deflexão característica (D_c) e Raio de Curvatura (R_c) Deflexões medidas com FWD	Pavimentos novos $D_c \leq 1,1 \times D_{projeto}$ em 100% dos segmentos homogêneos quando tenha sido dimensionado pelo método mecanístico-empírico e $R_c > 100$ m, 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"	$GN \geq 50$

- 9.10.2 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.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

- 10.1 O serviço de concreto asfáltico usinado a quente com asfalto-borracha, executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação da massa de mistura aplicada e compactada, expressa em toneladas, fazendo-se distinção em relação à função da camada (rolamento, intermediária ou reperfilagem).
- 10.2 Para o caso de reperfilagem, a determinação da massa aplicada é efetuada com base na pesagem dos caminhões na saída da usina, em balança periodicamente aferida, e sob o devido controle da Fiscalização do DER/PR.
- 10.3 Para camada de rolamento ou intermediária, a medição da massa aplicada é efetuada pelo produto dos volumes executados pela massa específica aparente média \bar{X} da mistura aplicada na pista. No cálculo dos volumes considera-se, obedecidas as tolerâncias especificadas, para cada segmento, sua extensão, a largura média da plataforma tratada e a espessura média \bar{X} da camada aplicada, a qual não podem superar à espessura de projeto.

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 39/08 da ANP) das cargas de ligantes asfálticos que chegaram no canteiro de obra.
- 11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, que 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 no projeto da mistura aprovado pelo DER/PR.
- 11.4 O teor de ligante a ser considerado deve ser igual à média estatística dos teores de ligante obtidos por meio da extração de betume das massas aplicadas.