



Código
ET-ECS.000.000-PAV/17

REV.
12

Emissão
24/04/2026

Folha
1/30



Resp. Técnico / Elaborador:
Eng. Reginaldo Jesus/ Eng. Alex Duarte

Nº CREA:
SP-5070904250/ 2020107810/D-RJ

Rodovia:
Geral

Verificador:
Eng. Douglas Mocelin

Trecho:
Geral

Aprovador:
Eng. Claudio Renato Dias

Objeto:
PAVIMENTAÇÃO - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA CONCRETO ASFÁLTICO COM ASFALTO BORRACHA

Documentos de Referência:

- Manual de Normas de Pavimentação – DER-SP, 1991.
- ET-DE-P00/027 - CONCRETO ASFÁLTICO.
- DNIT 031/2006 ES - Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço.
- DNIT 112/2009 ES – Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico com asfalto – borracha, via úmida, do tipo “Terminal Blending – Especificação de Serviço
- DERSA-ET P0/026 - Revestimento Poroso Modificado por Polímeros.
- DER/PR ES-P 28/05 – Pavimentação: Concreto Asfáltico Usinado a Quente com Asfalto Borracha.

Descrição das Revisões:

Rev.12 – Adequado todo documento conforme especificações: DNIT 031 – ES e ET-DE-P00/027.

Rev.11 - Alterado no item 4.1. a exigência quanto a Estabilidade ao armazenamento de “9°C” para “5°C”; incluído no item 4.2.1. e item 4.2.2 critérios quanto a umidade dos agregados Graudos e agraçados Miudos respectivamente; revisado no item 6.2 de “A temperatura de aquecimento do asfalto borracha é de 175°C. A temperatura máxima deve ser de 180°C. Os agregados devem ... pneumáticos, desde que a temperatura não supere 180°C” para “A temperatura de aquecimento do ligante asfáltico modificado com borracha, deve estar compreendida entre 170 e 180°C. Os agregados devem ser aquecidos a temperaturas entre 10 e 15°C acima da temperatura do ligante asfáltico. A usinagem do concreto asfáltico deve ser realizada entre 165 e 180°C”. Retirado no item 8.5 parâmetro de “Condição estrutural – no caso de pista nova” na aplicabilidade do fator de pagamento e revisado parágrafo de “Se os valores dos resultados dos ensaios estiverem ... de Pagamento este será desconsiderado” para “Se os valores dos resultados dos ensaios estiverem dentro das faixas de aceitação, porém dispersos, deverá ser aplicado o Fator de Pagamento. Caso hajam valores dos resultados dos ensaios fora da faixa de aceitação (conforme item 4.4.1), o lote deverá ser rejeitado.

Rev.10 - Alterado segundo parágrafo no item 4.3 de “É obrigatório a utilização de Cal Hidratada CH-1 (calcítica) ou cimento ... misturador. A cal deverá atender os parâmetros físico-químicos conforme quadro abaixo” para “no caso de não atendimento ao DUI, será obrigatória a utilização de Cal Hidratada CH-1 (calcítica) ou cimento ... que deverão atender os parâmetros físico-químicos conforme quadro abaixo.

Observação:

Rev.	Data	Resp. Técnico/ Elaborador	Nº. CREA	Verificador	Aprovador
12	24/04/2026	Eng. Reginaldo Jesus Eng. Alex Duarte	SP-5070904250 2020107810/D-RJ	Eng. Douglas Mocelin	Eng. Claudio Renato Dias
11	25/11/2024	Eng. Reginaldo Jesus	SP-5070904250	Eng. Claudio Renato Dias	Eng. Danilo Martinelli Pitta
10	26/09/2023	Eng. Reginaldo Jesus	SP-5070904250	Eng. Claudio Renato Dias	Eng. Danilo Martinelli Pitta

1. OBJETIVO

Esta Especificação fixa as condições a serem adotadas para a execução e controle de concreto asfáltico com asfalto borracha, a ser executado como camada de revestimento de pavimentos flexíveis.

2. DEFINIÇÕES

Concreto Asfáltico com Asfalto Borracha - mistura a quente executada em usina apropriada, com características específicas composta de agregado mineral graduado, material de enchimento (filer) e cimento asfáltico de petróleo modificado com adição de borracha de pneumáticos pelo processo via úmida do tipo “Terminal Blending”, usinada, espalhada e comprimida a quente, sobre superfície previamente preparada.

De acordo com a posição relativa e a função na estrutura, a mistura de concreto asfáltico com asfalto borracha deve atender às características especiais em sua formulação, recebendo geralmente a designação a seguir:

- Camada de Rolamento (ou capa) - camada superior ou superficial de revestimento, que receberá as cargas do tráfego.
- Camada de Ligação (“Binder”) ou camada intermediária: camada executada abaixo da camada de rolamento, de forma a ligá-la à camada subjacente.

O Processo por via úmida de adição da borracha é aquele no qual a borracha moída com granulometria extremamente fina, é diretamente adicionada ao ligante asfáltico, antes de ser misturado ao agregado, promovendo a modificação deste pela sua incorporação de modo homogêneo.

No Procedimento de obtenção do tipo “Terminal Blending” os componentes do asfalto borracha são misturados em um terminal especial, a altas temperaturas, por agitação com alto cisalhamento, resultando em um ligante homogêneo e tendo sua estabilidade notadamente dependente do tempo decorrido entre este processo e o envio para a usinagem da mistura asfáltica.

Não será permitida a execução dos serviços, objeto desta Especificação, em dias de chuva e sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar.

O concreto asfáltico somente deverá ser fabricado, transportado e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10 °C, a temperatura de referência é a do local de aplicação.

Todo o carregamento de ligante asfáltico, com incorporação de borracha por via úmida, que chegar à obra, deve apresentar o certificado de resultados de análise correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço. 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.

3. REFERÊNCIAS

- AASHTO R9-97 - Standard Recommended Practice for Acceptance Sampling Plans for Highway Construction;
- AASHTO T 170-93. Recuperação do asfalto de solução pelo Método de ABSON;
- ABNT NBR 6473 – Cal virgem e cal hidratada – Análise química;
- ABNT NBR 6560 - Materiais asfálticos - determinação do ponto de amolecimento;
- ABNT NBR 6576 – Materiais asfálticos – Determinação da penetração;
- ABNT NBR 9289 – Cal hidratada para argamassas – Determinação da finura;
- ABNT NBR 11341 – Derivados de petróleo – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto de Cleveland;
- ABNT NBR 15087 - Pavimentação asfáltica - Misturas asfálticas - Determinação da resistência à tração por compressão diametral;
- ABNT NBR 15166 - Asfalto Modificado - Ensaio de Separação de Fase;
- ABNT NBR 15235 – Materiais asfálticos – determinação do efeito do calor e do ar em uma película delgada rotacional;
- ABNT NBR 15529 - Asfalto Borracha - Propriedades Reológicas de Materiais NãoNewtonianos por Viscosímetro Rotacional
- ABNT NBR 15617 – Misturas asfálticas – determinação do dano por umidade induzida;
- ABNT NBR 15619 – Misturas asfálticas – Determinação da massa específica máxima medida em amostras não compactadas;
- NBR16448 – Cal virgem e fluorita para aciaria — Determinação da granulometria;
- ABNT NBR 16504 – Misturas asfálticas – Determinação da profundidade média da macrotextura superficial de pavimentos asfálticos por volumetria – Método da mancha de areia.
- ABNT NBR 16780 – Sinalização horizontal viária – Medição de resistência à derrapagem

de uma superfície utilizando o pêndulo britânico;

- ASTM D 6307 - Standard Test Method for Asphalt Content of Asphalt Mixture by Ignition Method;
- ASTM E 1960 - Standard Practice for Calculating International Friction Index of a Pavement Surface;
- DAER/RS EL 108 – Manual de Ensaios;
- DNER-ME 053 - Misturas Betuminosas – Porcentagens de betume;
- DNER-ME 401 - Agregados- Determinação de índice de degradação de rochas após compactação Marshall com ligante – IDML e sem ligante – IDM;
- DNIT 095 – EM: Cimentos asfálticos de petróleo – Especificação de material;
- DNIT 111/2009 – EM – Pavimentação flexível - Cimento asfáltico modificado por borracha de pneus inservíveis pelo processo via úmida, do tipo “Terminal Blending” - Especificação de material;
- DNIT 131 – ME – Materiais asfálticos - Determinação do ponto de amolecimento - Método do Anel e Bola - Método de ensaio;
- DNIT 133 – ME – Pavimentação - Determinação das deflexões pela Viga Benkelman - Método de ensaio;
- DNIT 136 – ME - Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Determinação da resistência à tração por compressão diametral - Método de ensaio;
- DNIT 155 – ME - Material asfáltico - Determinação da penetração - Método de ensaio;
- DNIT 158 – ME - Mistura asfáltica – Determinação da porcentagem de betume em mistura asfáltica utilizando o extrator Soxhlet - Método de ensaio;
- DNIT 178 – PRO: Pavimentação asfáltica – Preparação de corpos de prova para ensaios mecânicos usando o compactador giratório Superpave ou o Marshall – Procedimento.
- DNIT 180 – ME - Pavimentação - Misturas asfálticas - Determinação do dano por umidade induzida - Método de ensaio;
- DNIT 411 – ME - Pavimentação asfáltica - Misturas asfálticas - Massa específica, densidade relativa e absorção de agregado miúdo para misturas asfálticas - Método de ensaio;
- DNIT 412 – ME - Pavimentação - Misturas asfálticas - Análise granulométrica de agregados graúdos e miúdos e misturas de agregados por peneiramento - Método de ensaio;
- DNIT 413 – ME - Pavimentação - Misturas asfálticas - Massa específica, densidade relativa e absorção de agregado graúdo para misturas asfálticas - Método de ensaio;
- DNIT 418 - EM – Pavimentação – Solo-cal – Cal Virgem e Cal Hidratada – Especificação de Material;

- DNIT 424 - ME - Pavimentação – Agregado – Determinação do índice de forma com crivos;
- DNIT 425 - ME - Pavimentação – Agregado – Determinação do índice de forma com paquímetro;
- DNIT 427 – ME - Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação da densidade relativa máxima medida e da massa específica máxima medida em amostras não compactadas - Método de ensaio;
- DNIT 428 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados – Método de ensaio.
- DNIT 430 – ME – Agregados – Determinação da porcentagem de partículas fraturadas em agregados graúdos - Método de ensaio;
- DNIT 446 – ME – Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou magnésio – Método de ensaio;
- DNIT 447 – ME - Misturas asfálticas – Ensaio de estabilidade e fluência Marshall – Método de ensaio;
- DNIT 449 – PRO - Medida da retrorrefletividade com uso de equipamento dinâmico – Procedimento;
- DNIT 450 – ME - Equivalente de areia – Método de ensaio;
- DNIT 451 – ME – Agregados – Determinação do desgaste por abrasão e impacto no equipamento “Los Angeles” – Método de ensaio;
- DNIT 452 – ME: Agregado graúdo – Adesividade a ligante betuminoso – Método de ensaio.
- DNIT 456 – ME – Determinação do teor de umidade de solos e agregados – métodos expeditos e de laboratório – Método de ensaio;
- ET-ECS.000.000-PAV/18 - Pavimentação – Especificação técnica para determinação da irregularidade longitudinal na superfície de uma camada do pavimento pelo MERLIN;
- ME-ECS.000.000-PAV/01 - Mistura Betuminosa - Determinação da densidade aparente;

4. MATERIAIS

Os materiais constituintes do concreto asfáltico modificado com adição de borracha de pneumáticos são agregados graúdos, agregado miúdo, material de enchimento (filer) e ligante asfáltico modificado com adição de borracha moída pelo processo via úmida do tipo “Terminal Blending”, os quais devem satisfazer aos requisitos apresentados nesta especificação.

4.1. Cimento Asfáltico Modificado com Adição de Borracha de Pneumáticos

O cimento asfáltico modificado com adição de borracha de pneumáticos pelo processo via úmida do tipo “Terminal Blending” deverá possuir as seguintes características:

- O teor mínimo de borracha deverá ser de 15% em peso, incorporado ao ligante asfáltico (via úmida);
- A granulometria da borracha deverá atender a seguinte faixa granulométrica:

Peneiras de Malha Quadrada		% passando, em peso
Tipo	mm	
N° 8	2,4	-
N° 10	2,0	100
N° 16	1,2	65 – 100
N° 30	0,60	20 - 100
N° 50	0,30	0 - 45
N° 200	0,074	0 - 5

O tempo máximo de estocagem do asfalto-borracha deve ser definido pelo fabricante. De qualquer modo, o asfalto-borracha estocado na usina deverá ser mantido constantemente aquecido, a 160°C, e mantido sob agitação ininterrupta. Para a utilização do asfalto-borracha estocado, deve-se verificar previamente se o mesmo mantém as características encontradas nos ensaios de recepção, que devem cumprir com os limites indicados no quadro apresentado anteriormente.

A mistura asfalto-borracha deverá atender as seguintes exigências:

CARACTERÍSTICA	EXIGÊNCIA		Método ABNT-NBR
	Mínima	Máxima	
Penetração. 100g, 5s, 25°C, 0,1mm	30	70	6576
Ponto de Fulgor, °C	235	-	11341
Densidade Relativa, 25°C	1,00	1,05	-
Ponto de amolecimento, °C	55	-	6560
Recuperação Elástica pelo ductilômetro, 10 cm, 25°C, %	50	-	15086
Estabilidade ao armazenamento 50g em estufa a 163°C, 2 dias; - Diferença de ponto de amolecimento, °C	-	9	15166

Envelhecimento RTFOT (ASTM D 2872):			15235
- Variação de massa, %	-	1,0	
- Percentagem da penetração original	55	-	6576
- Variação do ponto de amolecimento, °C	-	9	6560
- Recuperação elástica, % da original	100	-	15086
Viscos. Brookfield a 175 °C, spindle 3, 20 rpm, cP	1.400*	1800*	15529
Teor de Negro de Fumo	Indicar		

*A viscosidade Brookfield poderá ser definida em função daquela medida no ligante de projeto, em função dos materiais locais e da calibração da usina. Se aceita nos fornecimentos durante a execução da mistura na obra uma variação de viscosidade de no máximo 150cP acima ou abaixo da viscosidade do ligante utilizado no projeto e na calibragem da usina.

4.2. Agregados

Os agregados devem seguir as mesmas especificações constantes na Especificação Técnica ET-ECS.000.000-PAV/06 - Pavimentação - Especificação Técnica para Concreto Asfáltico Usinado a Quente, aplicando-se as edições mais recentes do documento referido (incluindo emendas).

4.3. Melhorador de Adesividade

Os critérios para determinação do melhorador de adesividade deve seguir as mesmas especificações constantes na Especificação Técnica ET-ECS.000.000-PAV/06 - Pavimentação - Especificação Técnica para Concreto Asfáltico Usinado a Quente, aplicando-se as edições mais recentes do documento referido (incluindo emendas).

4.4. Dosagem da Mistura

4.4.1. Composição Granulométrica dos Agregados

A composição granulométrica dos agregados do concreto asfáltico deve satisfazer os requisitos dos quadros seguintes com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria e aos percentuais do ligante asfáltico. Serão aceitas todas as Faixas do DNIT para as Unidades do Poder Concedente ANTT e do DER-SP para as unidades regidas pela ARTESP.

Outra faixa granulométrica que não esteja no quadro abaixo indicado, poderá ser utilizada mediante a aprovação da EcoRodovias.

PENEIRAS DE MALHA QUADRADA		% PASSANDO, EM PESO (Faixas)					
Tipo	mm	EGL 16-19 mm	EGL 12,5 mm	IVb (IA)	Caltrans Gap-Graded* B	Caltrans Gap-Graded* D	Gap-Graded* 4 HMA
1 1/2"	38,1	100	100	-	-	-	-
1"	25,4	100	100	100	100	-	-
3/4"	19,1	96 - 100	100	100	90 - 100	-	-
5/8"	15,9	90 - 100	-	-	-	100	100
1/2"	12,7	80 - 95	90 - 100	80 - 100	75 - 90	90 - 100	100
3/8"	9,5	66 - 85	80 - 95	70 - 90	60 - 75	78 - 92	95 - 100
N° 4	4,8	42 - 64	40 - 60	50 - 70	25 - 40	28 - 42	42 - 55
N° 8	2,4	-	-	35 - 50	15 - 25	15 - 25	19 - 32
N° 10	2,0	28 - 48	25 - 40	-	-	-	-
N° 16	1,20	-	-	-	-	-	16 - 22
N° 30	0,60	-	-	18 - 29	5 - 15	10 - 20	10 - 18
N° 40	0,42	8 - 21	10 - 20	-	-	-	-
N° 50	0,30	-	-	13 - 23	4 - 13	7 - 15	8 - 13
N° 80	0,18	4 - 14	5 - 15	-	-	-	-
N° 100	0,149	-	-	8 - 16	3 - 10	5 - 10	6 - 10
N° 200	0,074	2 - 10	2 - 10	4 - 10	2 - 7	2 - 7	4 - 7
Ligante Asfáltico (CAP+Borracha)%		4,5 - 7,0	4,5 - 7,0	4,5 - 7,0	5,0 - 8,0	5,0 - 8,0	5,0 - 8,0
Tipo de aplicação		Camada de Rolamento e Camada de ligação (Binder)	Camada de Rolamento e Camada de ligação (Binder)	Camada de Rolamento e Camada de ligação (Binder)	Camada de Rolamento e Camada de ligação (Binder)	Camada de Rolamento	Camada de Rolamento

*Faixas Granulométricas Descontínuas utilizadas.

Uma vez estabelecida a curva granulométrica e fixado o teor de asfalto, de acordo com o método indicado, não serão admitidas na produção do concreto asfáltico variações superiores às seguintes:

PENEIRAS DE MALHAS QUADRADAS	% PASSANDO, EM PESO
38,1 mm (1 1/2") a 9,5 mm (3/8")	± 7%
4,8 mm (N°4) a 0,42 mm (N°40)	± 5%
0,30 mm (N°50) a 0,149 mm (N°100)	± 3%
0,074 mm (N° 200)	± 2%
Teor de asfalto	± 0,3%

A faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer a tolerância indicada para cada peneira (conforme tabela acima), porém, respeitando os limites da faixa granulométrica adotada.

A faixa usada deve ser aquela, cujo a espessura da camada compactada seja no mínimo o dobro do diâmetro máximo do agregado.

As porcentagens de asfalto se referem à mistura de agregados, considerada como 100%. Para todos os tipos, exceção para as faixas Descontínuas ("Gap-Graded"), a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deverá ser inferior a 4% do total.

4.4.2. Dosagem das Misturas

Preferencialmente deverá ser adotado o Método Superpave (NORMA DNIT 178 PRO) e em casos de impossibilidade técnica poderá ser utilizado o Método Marshall (DNIT 447 – ME) para verificação das condições de vazios, estabilidade da mistura asfáltica, e a mínima porcentagem de vazios do agregado mineral, segundo os valores dos quadros a seguir:

Discriminação	Camada de Rolamento	Camada de Rolamento Gap Graded	Camada de Ligação (Binder)
Porcentagem de vazios, %	3,0 a 5,0	4,0 a 6,0	4,0 a 6,0
Relação betume/vazios	65 a 78	65 a 78	65 a 78
Estabilidade mínima, (Kgf) 75 golpes	800	700	700
Resistência à tração por compressão diametral a 25 °C, mínima, (MPa)	0,75	0,50	0,65
Relação do material passando na peneira N° 200 e o teor de betume	0,6 a 1,6	0,6 a 1,4	0,6 a 1,4
Dano por umidade induzida (razão)	0,70	0,70	0,70

A porcentagem mínima de vazios do agregado mineral, definidos em função do diâmetro máximo e da porcentagem de vazios, devem atender aos seguintes valores mínimos:

Tamanho máximo nominal	Vazios 3%	Vazios 4%	Vazios 5%	Vazios 6%
1½" - 37,5mm	10	11	12	13
1" - 25mm	11	12	13	14
¾" - 19mm	12	13	14	15
½" - 12,5mm	13	14	15	16
3/8" - 9,5mm	14	15	16	17
N°4 - 4,75mm	16	17	18	19
N°8 - 2,36mm	19	20	21	22
N°16 - 1,18mm	21,5	22,5	23,5	24,5

Obs. Caso os vazios da mistura projetada estejam no intervalo dos valores referenciados as porcentagens da tabela deverão ser interpoladas.

5. EQUIPAMENTOS

Os equipamentos deverão ser capazes de executar os serviços descritos nesta especificação dentro dos prazos fixados no cronograma contratual, e deverão compreender, no mínimo:

a) Depósito para ligante asfáltico;

Os depósitos para o ligante asfáltico devem possuir dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas fixadas nesta especificação. Estes dispositivos também devem evitar qualquer superaquecimento localizado. Deve ser instalado um sistema de recirculação para o ligante asfáltico, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação. As tubulações de circulação e de injeção de asfalto modificado por borracha deverá ter diâmetro interno de pelo menos 2.1/2" facilitando a utilização de Asfaltos com viscosidades elevadas. O depósito também deve ser provido de agitadores, que deverão funcionar sem interrupção. A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

b) Silos para agregados;

Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deve possuir dispositivos adequados de descarga. Deve haver um silo adequado para o filer com capacidade de 30 toneladas, conjugado com dispositivos para a sua dosagem.

c) Usina para misturas asfálticas;

A usina deve estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90° a 210 °C (precisão ± 1 °C), deve ser fixado no dosador de ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador. A usina deve ser equipada além disto, com pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de ± 5 °C. A usina deve possuir termômetros nos silos quentes.

Pode, também, ser utilizada uma usina do tipo tambor/secador/misturador, de duas zonas (convecção e radiação), provida de: coletor de pó, alimentador de “filler”, sistema de descarga da mistura asfáltica, por intermédio de transportador de correia com comporta do tipo “clam-shell” ou alternativamente, em silos de estocagem.

A usina deve possuir silos de agregados múltiplos, com pesagem dinâmica e deve ser assegurada a homogeneidade das granulometrias dos diferentes agregados.

A usina deve possuir ainda uma cabine de comando e quadros de força. Tais partes devem estar instaladas em recinto fechado, com os cabos de força e comandos ligados em tomadas externas especiais para esta aplicação. A operação de pesagem de agregados e do ligante asfáltico deve ser semi-automática com leitura instantânea e acumuladora, por meio de registros digitais em “display” de cristal líquido. Devem existir potenciômetros para compensação das massas específicas dos diferentes tipos de ligantes asfálticos e para seleção de velocidade dos alimentadores dos agregados frios.

d) Caminhões basculantes para transporte da mistura;

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto asfáltico usinado a quente, devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura à chapa. A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante asfáltico (óleo diesel, gasolina etc.) não é permitida.

e) Equipamento para espalhamento e acabamento;

O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento definidos no projeto. As acabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As acabadoras devem ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento, à temperatura requerida, para a colocação da mistura sem irregularidade.

f) Equipamento para compactação;

O equipamento para a compactação deve ser constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório. Os rolos pneumáticos, autopropulsionados, devem ser

dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5 kgf/cm² a 8,4 kgf/cm². O equipamento em operação deve ser suficiente para compactar a mistura na densidade de projeto, enquanto está se encontrar em condições de trabalhabilidade.

NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deve ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que, não será autorizada a sua utilização.

6. EXECUÇÃO

6.1. Condições Gerais

Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação e a do revestimento, ou no caso de ter havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou, ainda ter sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra, etc., deverá ser feita uma pintura de ligação.

6.2. Produção do Concreto Asfáltico Modificado com Adição de Borracha de Pneumáticos

A mistura asfáltica deverá ser produzida em usinas com capacidade de produção suficiente para execução das camadas asfálticas no prazo previsto no cronograma físico das obras.

A temperatura de aquecimento do ligante asfáltico modificado com borracha, deve estar compreendida entre 170 e 180°C.

Os agregados devem ser aquecidos a temperaturas até 10 acima da temperatura do ligante asfáltico.

A usinagem do concreto asfáltico deve ser realizada entre 165 e 180°C.

6.3. Transporte da Mistura

Todo veículo transportador que, por deficiência de sua sustentação ou qualquer outra causa, provoque excessiva segregação da mistura ou constantes atrasos nas viagens por defeitos mecânicos deverá ser retirado do serviço, até que sejam completamente sanados os defeitos que apresentem.

Todos os carregamentos de mistura deverão ser cobertos com lona impermeável, de modo a reduzir a perda de calor e evitar a formação de crosta na parte superior da carga transportada.

Para a produção do concreto asfáltico em obra, o tempo total entre a produção da mistura e sua aplicação na pista deve ser igual ao o tempo mínimo de condicionamento da mistura, garantindo a completa absorção do ligante pelos agregados e evitando o espelhamento da mistura após a compactação, sendo 8 horas o tempo máximo entre usinagem e aplicação.

6.4. Distribuição, Acabamento e Compactação

Depois de feita a pintura de ligação, a mistura será distribuída com a acabadora. Deverá a acabadora operar independentemente do veículo que estiver descarregando. Enquanto durar a descarga, o veículo transportador deverá ficar em contato permanente com a acabadora, sem que sejam usados freios para manter tal contato.

A vibro-acabadora deverá deslocar-se dentro do intervalo de velocidade indicado por seu fabricante, que permita a distribuição da mistura de maneira contínua e uniforme, reduzindo-se ao mínimo o número e o tempo das paradas.

A temperatura recomendável para compactação da mistura será definida em função da curva de viscosidade x temperatura.

O trabalho manual atrás da vibro-acabadora deverá ser reduzido ao mínimo.

Logo após a distribuição da mistura asfáltica na pista, será iniciada a sua compactação.

Para as faixas contínuas a rolagem será iniciada com o rolo de pneus com baixa pressão a qual será aumentada à medida que a mistura for sendo compactada e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas. O acabamento final da superfície será feito com os rolos tipo tandem vibratório.

Para as faixas descontínuas ("Gap-Graded") a rolagem deverá ser com rolos lisos pesados entre 10t a 12t.

A compactação nos trechos em tangente será iniciada nas bordas e prosseguirá para o centro da pista, tomando-se o cuidado de fazer com que os rolos percorram trajetórias paralelas à linha base (eixo). Essas trajetórias serão distanciadas entre si de tal forma que, em cada passada, seja recoberta metade da faixa coberta na passada imediatamente anterior. Para evitar que os rolos retornem sempre da mesma seção transversal, as passadas sucessivas de cada um deles terão comprimentos diferentes. Nos trechos em curva, havendo sobre-elevação, a compactação progredirá da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.

No caso da execução de capa asfáltica sobre pontes e viadutos, não se deverá usar vibração na compactação. A compactação nos trechos em tangente será iniciada nas bordas e prosseguirá para o centro da pista, tomando-se o cuidado de fazer com que os rolos percorram trajetórias paralelas à linha base (eixo). Essas trajetórias serão distanciadas entre si de tal forma que, em cada passada, seja recoberta metade da faixa coberta na passada imediatamente anterior. Para evitar que os rolos retornem sempre da mesma seção transversal, as passadas sucessivas de cada um deles terão comprimentos diferentes. Nos trechos em curva, havendo superelevação, a compactação progredirá da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.

As passadas serão realizadas sucessivamente em marcha à frente e em marcha à ré, não sendo permitida a manobra dos rolos sobre a camada que está compactada.

As rodas dos rolos deverão ser molhadas com quantidade de água apenas suficiente para evitar a sua adesão ao ligante utilizado na mistura.

A compactação deve prosseguir, sem interrupção, até que se obtenha, na camada, o grau de compactação fixado no projeto.

Não será permitida a correção de defeitos, mediante aplicação de quantidades adicionais de mistura à camada acabada. As correções, quando necessárias, serão executadas mediante remoção da parte defeituosa, em toda a espessura da camada, em área retangular ou quadrada, de lados paralelos e normais ao eixo da pista, abrangendo a totalidade do defeito, e substituição por mistura fresca, à temperatura adequada de aplicação, a qual será compactada até que adquira massa específica aparente igual à do material adjacente com o qual deverá ficar intimamente ligada, de forma que o serviço acabado não tenha aspecto de remendo.

6.5. Proteção das Camadas

Durante todo o tempo necessário à execução das camadas previstas no projeto e até o seu recebimento, os materiais e os serviços concluídos ou em execução deverão ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam sujá-los ou danificá-los.

6.6. Abertura ao Trânsito

O tráfego pode ser liberado quando a temperatura do pavimento for menor que 60°C.

7. MANEJO AMBIENTAL

Para execução do revestimento do tipo concreto asfáltico modificado por borracha são necessários trabalhos envolvendo a utilização de asfalto e agregados, além da instalação de usina misturadora.

Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados, o estoque e operação da usina.

7.1. Agregados

No decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) Brita e areia somente serão aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deverá ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- c) Planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- d) Impedir queimadas como forma de desmatamento.
- e) Construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando carreamento para cursos d'água;
- f) Exigir a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental componente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros.

7.2. Ligantes asfálticos

As operações em usinas asfálticas a quente englobam:

- a) Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água;
- b) Vedar o refugo de materiais usados à beira da estrada e em outros locais onde possam causar prejuízos ambientais;
- c) Recuperar a área afetada pelas operações de construção/execução, mediante a remoção da usina e dos depósitos e a limpeza de canteiro de obras;
- d) Estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;

- e) Transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
- f) Transporte e estocagem de filer;
- g) Transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e cimento asfáltico.

7.3. Quanto à Instalação

- a) Impedir a instalação de usinas de asfalto a quente a uma distância inferior a 200 m (duzentos metros), medidos a partir da base da chaminé, de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversões e outras construções comunitárias;
- b) Definir no projeto executivo, áreas para as instalações industriais, de maneira tal, que se consiga o mínimo de agressão ao meio ambiente;
- c) Atribuir à Executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação/operação, assim como, manter a usina em condições de funcionamento dentro do prescrito nestas especificações.

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. Misturador de asfalto: hidrocarbonetos. Aquecimento de Cimento Asfáltico: hidrocarbonetos. Tanques de estocagem de óleo combustível e de cimento asfáltico: hidrocarbonetos.
III. Emissões Fugitivas	As principais fontes são as pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura.
OBS: Emissões Fugitivas	São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar o seu fluxo.

7.4. Operação

- a) Instalar sistemas de controle de poluição do ar construídos por ciclone e filtro de mangas ou equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos nas legislações vigentes;
- b) Apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, resultados de medições em chaminés, que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto para atender aos padrões estabelecidos;
- c) Dotar os silos de estocagem de agregados frios de proteções laterais e cobertura, para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento;
- d) Enclausurar a correia transportadora de agregados frios;

- e) Adotar procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para atmosfera;
- f) Manter pressão negativa no secador rotativo, enquanto a usina estiver em operação, para que sejam evitadas emissões de partículas na entrada e saída do mesmo;
- g) Dotar o misturador, os silos de agregados quentes e as peneiras classificatórias do sistema de exaustão de conexão ao sistema de controle de poluição do ar, para evitar emissões de vapores e partículas para a atmosfera;
- h) Fechar os silos de estocagem de massa asfáltica;
- i) Pavimentar e manter limpas as vias de acesso internas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de opacidade;
- j) Dotar os silos de estocagem de filler de sistema próprio de filtragem a seco;
- k) Adotar procedimentos operacionais que evitem a emissão de partículas provenientes dos sistemas de limpeza dos filtros de mangas e de reciclagem do pó retido nas mangas;
- l) Acionar os sistemas de controle de poluição do ar antes dos equipamentos do processo;
- m) Manter em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle;
- n) Dotar as chaminés de instalações adequadas para realização de medições;
- o) Substituir o óleo combustível por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e estabelecimentos de barreiras vegetais no local, sempre que possível.

8. CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade será de responsabilidade do executante estando sujeito à auditoria por parte da EcoRodovias.

8.1. Controle de Qualidade dos Materiais

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo às metodologias indicadas nesta especificação.

8.1.1. Ligante asfáltico (Asfalto Borracha)

O controle de qualidade do ligante asfáltico constará no mínimo do seguinte:

- a) Para todo carregamento que chegar à obra deve-se fazer:
- 1 ensaio de penetração a 25°C (DNIT 155 – ME/ ABNT NBR 6576);
 - 1 ensaio de ponto de fulgor (ABNT NBR 11341);
 - 1 ensaio de ponto de amolecimento (DNIT 131 – ME/ ABNT NBR 6560);
 - 1 ensaio de viscosidade Brookfield (ABNT NBR 15529);

- 1 ensaio de recuperação elástica pelo ductilômetro (ABNT NBR 15086);
- 1 ensaio de espuma;
- b) Fazer 1 ensaio de estabilidade ao armazenamento (ABNT NBR 15166) a cada 10 carregamentos ou 1 por mês, o que ocorrer primeiro, e sempre antes da utilização do material quanto estiver por um período mínimo de 15 dias armazenado.
- c) Para cada 100 ton, fazer 1 ensaio de envelhecimento do ligante no RTFOT para determinação de variação de massa, penetração, ponto de amolecimento, recuperação elástica e IST, feito pelo fornecedor do ligante.
- d) Para cada 100 ton, fazer 1 ensaio de determinação de Curva viscosidade x temperatura, feito pelo fornecedor do ligante

8.1.2. Agregados

O controle de qualidade dos agregados constará no mínimo do seguinte:

- a) 1 ensaio de granulometria de cada tipo de agregado, por jornada de 8 horas de trabalho (método DNIT 412 – ME);
- b) 1 ensaios de granulometria do agregado, de cada silo, por jornada de 8 horas de trabalho (método DNIT 412 – ME);
- c) 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo a cada semana de produção (método DNIT 450 – ME);
- d) 01 ensaio de desgaste Los Angeles na dosagem da mistura (método DNIT 451 – ME);
- e) 01 ensaio de determinação do índice de degradação de rochas com ligante ID_{ml} e sem ligante ID_m na dosagem da mistura (método DNER-ME 401), se necessário;
- f) 01 ensaio de índice de forma na dosagem da mistura (método DNIT 424 - ME e DNIT 425 - ME);
- g) 01 ensaio de Lamelaridade na dosagem e quando houver dúvida ou variação do material (método DAER/RS EL 108);
- h) 01 ensaio de Ensaio de resistência à desintegração (durabilidade) na dosagem da mistura (método DNIT 446 – ME);
- i) 01 ensaio de Umidade diariamente;
- j) 01 ensaio de Determinação de densidade real e Absorção dos agregados na dosagem da mistura (métodos DNIT 411 – ME e DNIT 413 – ME);
- k) 01 ensaio de partículas fraturadas na dosagem da mistura (DNIT 430 – ME), caso necessário.
- l) 01 ensaio de granulometria da cal na dosagem (método DNIT 418 – EM).

8.2. Controle da usinagem e execução do concreto asfáltico

O controle da execução será exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória.

8.2.1. Controle de execução da Usina

8.2.1.1. Controle da Quantidade de Ligante e da Graduação na Mistura

Deverá ser efetuada extração de asfalto (métodos DNER-ME 053, ASTM D6307 ou DNIT 158 ME) e ensaio de granulometria (método DNIT 412 - ME), de amostras da mistura coletada antes da saída do primeiro carregamento na usina, que só será liberado após resultados dos ensaios.

Após liberação, devem ser efetuadas extrações de asfalto e ensaios de granulometria a cada 4 h. Este processo deve ser realizado a cada mudança de faixa.

O teor de asfalto obtido deverá ser corrigido pela divisão dele por “k” determinado a partir do teor de Negro de Fumo (NF):

$$k = 1 + \frac{NF}{100}$$

Se o teor for determinado pela mufla não haverá necessidade de correção pelo fator “k”. O resultado obtido em porcentagem será multiplicado a um fator de correção, definido com CAP borracha para utilização da mufla.

A porcentagem de ligante poderá variar, no máximo, $\pm 0,3\%$, da taxa fixada na dosagem e a curva granulométrica deve enquadrar-se dentro das tolerâncias especificadas na dosagem.

8.2.1.2. Controle das Características da Mistura

Devem ser realizados ensaios Marshall (DNIT 477 – ME) em 3 (três) corpos-de-prova por jornada de 8 horas de trabalho.

Deve ser realizado 1 ensaio de Determinação da compressão diametral (ABNT NBR 15087) através de 3 (três) corpos-de-prova diariamente.

Devem ser realizados 1 ensaio de Determinação da umidade da mistura diariamente, a umidade máxima da mistura usinada será limitada à:

- Se a mistura usinada for com agregado do tipo basalto, umidade máxima de 0,5%.
- Se a mistura usinada for com qualquer outro tipo de agregado, umidade máxima de 0,3%.

Devem ser realizados 1 ensaio de danos por umidade induzida na dosagem e a cada 3 meses.

Devem ser realizados 1 ensaio de Rice da mistura por jornada de 8 horas de trabalho.

8.2.1.3. Controle de Temperatura

Deverão ser efetuadas no mínimo 8 medidas de temperatura durante a jornada de 8 horas de trabalho, em cada um dos itens abaixo discriminados:

- Do ligante, na usina;
- Do agregado, no Silo quente;
- Da mistura, em cada caminhão, na usina, no momento, da saída do misturador;

As temperaturas devem apresentar valores de $\pm 5^\circ$ C das temperaturas especificadas.

8.2.2. Controle de execução em pista

8.2.2.1. Controle da Quantidade de Ligante e da Graduação na Mistura

Deverá ser efetuada extração de asfalto (métodos DNER-ME 053, ASTM D6307 ou DNIT 158 ME) e ensaio de granulometria (método DNIT 412 - ME), de amostras da mistura coletada na pista com pá de bico quadrado, imediatamente após a passagem da acabadora e antes de iniciar a compactação, com no mínimo 1 ensaio por jornada de 8 horas de trabalho por usina. O teor de asfalto obtido deverá ser corrigido pela divisão dele por “k” determinado a partir do teor de Negro de Fumo (NF):

$$k = 1 - \frac{NF}{100}$$

Se o teor for determinado pela mufla não haverá necessidade de correção pelo fator “k”. O resultado obtido em porcentagem será multiplicado a um fator de correção, definido com CAP borracha para utilização da mufla.

A porcentagem de ligante poderá variar, no máximo, $\pm 0,3\%$, da taxa fixada na dosagem Marshall e a curva granulométrica deve enquadrar-se dentro das tolerâncias especificadas na dosagem.

8.2.2.2. Controle de Temperatura

Deverão ser efetuadas no mínimo 8 medidas de temperatura durante a jornada de 8 horas de trabalho, em cada um dos itens abaixo discriminados:

- Da mistura, em cada caminhão, na pista, antes da descarga da massa;
- Da mistura, na pista, durante o espalhamento da massa, imediatamente antes de iniciada a compressão.

As temperaturas devem apresentar valores de $\pm 5^\circ$ C das temperaturas especificadas.

8.2.2.3. Controle de Grau de Compactação - GC

O controle do grau de compactação – GC da mistura asfáltica deverá ser feito medindo-se a densidade aparente (método ME-ECS.000.000-PAV/01) de corpos-de-prova, extraídos da mistura espalhada e comprimida na pista, por meio de sondas rotativas ou densímetro não nuclear.

Devem ser realizadas determinações para cada 100 m de faixa executada, em locais escolhidos aleatoriamente próximos ao eixo da Faixa, ou no mínimo 1 ensaio por jornada de trabalho de 8 horas.

Além desta amostragem, será de responsabilidade da executante fornecer corpos de prova adicionais, nas quantidades e locais determinados pela Concessionária.

Não serão aceitos serviços com grau de compressão inferior a 97% ou superior a 100%, em relação à massa específica e aparente máxima do projeto.

Poderão ser empregados outros métodos para determinação da densidade aparente na pista, desde que aceita pelo corpo técnico da Ecorodovias.

O controle do grau compactação não poderá ser feito medindo-se as densidades aparentes dos corpos de provas extraídos da pista e comparando-se com as densidades aparentes de corpos-de-prova moldados no local. Também não será permitido o uso de anéis de aço para obtenção de amostras, que, obrigatoriamente, serão obtidos com sondas rotativas.

8.3. Controle Geométrico

8.3.1. Espessura da Camada

Será medida a espessura por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista a cada 500m ou por jornada de 8 horas. Admite-se a variação de $\pm 5\%$ em relação às espessuras do projeto.

8.3.2. Nivelamento, alinhamento e largura

O nivelamento dos pontos do eixo e das bordas de cada pista deve ser feito, pelo menos, a cada 20 m, antes do espalhamento da massa asfáltica e depois da compactação da camada. As cotas não devem apresentar valores individuais fora do intervalo de -1 cm a +2 cm, em relação à cota prevista em projeto.

A verificação do eixo e dos bordos deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. Os desvios verificados não devem exceder ± 5 cm.

A largura da plataforma acabada deve ser determinada por medidas a trena, executadas, no mínimo, a cada 20 m. A plataforma não deve apresentar largura inferior ao valor previsto em projeto.

8.3.3. Acabamento Superficial

Durante a execução de camadas de revestimento, deve ser feito o controle do acabamento da superfície a cada 200 m, com o auxílio de uma régua de 3,00 m colocada no sentido transversal da pista. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder 0,5 cm.

8.4. Demais controles

8.4.1. Controle das Condições de Conforto

O acabamento longitudinal da superfície do revestimento (camada de rolamento) deverá ser verificado antes da abertura ao tráfego através do aparelho MERLIN e para grandes extensões por aparelho medidor de irregularidade tipo perfilômetro a laser ou outro dispositivo equivalente para esta finalidade. As medições deverão ser feitas em todas as faixas de tráfego, com medidas a cada 200 m.

Na utilização do Merlin o ensaio deverá ser realizado a partir de extensão mínima de 50 m, devendo iniciar as leituras 2 m antes e terminar 2 m depois do pano.

Os valores admitidos para a execução deverão apresentar-se inferiores a 25 contagens/km (QI) ou 1,92 m/km (IRI) ou projeto.

8.4.2. Controle das Condições de Segurança

As condições de segurança deverão ser realizadas conforme DNIT (DNIT 031 – ES) para as Unidades do Poder Concedente ANTT e do DER-SP (ET-DE-P00/027) para as unidades regidas pela ARTESP.

8.4.3. Tabela Resumo dos Ensaios e Controles

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	AValiação	CRITÉRIO
1. CONTROLE DOS INSUMOS				
1.1. AGREGADOS				
Densidade individual	DNIT 411 – ME e DNIT 413 – ME	Na dosagem	Individual	-
Lamelaridade	DAER/RS EL 108	Na dosagem	Individual	≤ 15 % faixas descontínuas. ≤ 25 % faixas contínuas.
Índice de forma	DNIT 424 – ME ou DNIT 425 – ME	Na dosagem	Individual	≥ 0,5 ou ≤ 2,0
Partículas fraturadas	DNIT 430 – ME	Na dosagem (caso necessário)	Individual	≥ 90 %
Absorção	DNIT 411 – ME e DNIT 413 – ME	Na dosagem	Individual	≤ 2,0 % ou se > 2,0 % atender condições específicas.
Los Angeles	DNIT 451 – ME	Na dosagem	Individual	≤ 50 %, se >50% atender condições específicas.
Degradação Marshall	DNER–ME 401/99	Na dosagem (Se necessário)	Individual	ID _{ml} ≤ 5% ID _m ≤ 8%
Durabilidade	DNIT 446 – ME	Na dosagem	Individual	< 12 % ou < 15 %
Equivalente de areia	DNIT 450 – ME	Na dosagem ou se tiver alteração na britagem	Individual	≥ 55 %
Umidade dos agregados (Graúdo)	DNIT 456 – ME	Diária	Individual	≤ 2 %
Umidade dos agregados (Miúdo)	DNIT 456 – ME	Diária	Individual	≤ 4 %
Granulometria da cal	DNIT 418 – ME	Na dosagem	Individual	-
Granulometria individual	DNIT 412 – ME	Cada 8h	Individual	-
1.2. CAP				
Viscosidade Brookfield	ABNT NBR 15529	Todo carregamento	Individual	DNIT 111 – EM
Ponto de amolecimento	DNIT 131 – ME/ ABNT NBR 6560	Todo carregamento	Individual	DNIT 111 – EM
Penetração	DNIT 155 – ME/ ABNT NBR 6576	Todo carregamento	Individual	DNIT 111 – EM
Ponto de fulgor	ABNT NBR 11341	Todo carregamento	Individual	DNIT 111 – EM
Recuperação Elástica Ductilometro	ABNT NBR 15086	Todo carregamento	Individual	DNIT 111 – EM
Formação de espuma	Aquecer a 175 °C	Todo carregamento	Individual	DNIT 111 – EM

envelhecimento do ligante no RTFOT	ABNT NBR 15235	Todo carregamento (fornecedor do ligante)	Individual	DNIT 111 – EM
Curva de viscosidade	ABNT NBR 15529	Todo carregamento (fornecedor do ligante)	Individual	DNIT 111 – EM
2. CONTROLE DA USINAGEM				
Parâmetros volumétricos	DNIT 449 – PRO	Cada 8h	Individual	Projeto
Estabilidade Marshall	DNIT 447 – ME	Cada 8h	Individual	≥ 800 – camada rolamento. ≥ 700 – GAP e Binder
Dano por umidade induzida	DNIT 180 – ME	Na dosagem e a cada 3 meses ou quando houver variação do agregado	Individual	≥ 0,70
Resistência à tração	DNIT 136 – ME	Diária	Individual	≥ 0,75 – camada rolamento. ≥ 0,50 - GAP ≥ 0,65 – Binder.
Umidade da massa asfáltica	Estufa a 105 °C até constância de massa	Diária	Individual	<0,5% (Agregado do tipo basalto) <0,3% (qualquer outro tipo de agregado)
Teor de CAP	DNER – ME 053, DNIT 158 – ME, ASTM D 6307	Cada 4h	Individual	Projeto ±0,3% (se atendidos os parâmetros volumétricos)
Granulometria	DNIT 412 – ME	Cada 4h	Individual	Projeto
Relação filer/ Betume	DNIT 449 – PRO	Cada 4h	Individual	0,6 a 1,6
Rice	DNIT 427 – ME	Cada 8h	Individual	-
Temperatura CAP	Termômetro	Cada 4h	Individual	± 5° C
Temperatura agregados (usina gravimétrica)	Termômetro	Cada 4h	Individual	± 5° C
Temperatura mistura	Termômetro	Cada caminhão	Individual	± 5° C
3. CONTROLE DA APLICAÇÃO				
Teor e granulometria (coletada na pista após passagem da acabadora)	DNER – ME 053/ DNIT 412 – ME	Cada 8h	individual	Projeto dosagem
Temperatura na chegada	Termômetro	Cada caminhão	individual	±5 °C
Temperatura após o espalhamento	Termômetro	Cada caminhão	individual	±5 °C
Nivelamento do greide	Topografia	Cada 20 m	Controle Estatístico	-1 cm ou +2 cm
Alinhamento do greide	Topografia	Cada 20 m	Controle Estatístico	±5 cm
Largura da plataforma	Topografia	Cada 20 m	Controle Estatístico	≥ Projeto

Grau de compactação (densímetro ou extração)	ME-ECS.000.000-PAV/01	Cada 100 m	individual	97 % a 100 %
Espessura aplicada	ASTM D5361	Cada 500 m ou jornada de 8h	individual	±5 %
Mancha de areia	ABNT NBR 16504	Conforme DNIT ou DER-SP	individual	DNIT 031 – ES / ET-DE-P00/027
Pêndulo Britânico	ABNT NBR 16780	Conforme DNIT ou DER-SP	individual	DNIT 031 – ES / ET-DE-P00/027
IFI	ASTM E 1960	Conforme DNIT ou DER-SP	Controle Estatístico	DNIT 031 – ES / ET-DE-P00/027
Acabamento superficial	Régua	Cada 200 m	Controle Estatístico	Variação ≤ 0,5 cm
IRI	DNIT 442 – PRO	Cada 200m (extensões inferiores, mínimo de 50m)	individual	IRI ≤ 1,92 m/km ou Projeto

8.5. Critério de Aplicação de Fator de Pagamento

- Se a contratada usinar e realizar a aplicação da mistura asfáltica, o critério será aplicado para os seguintes parâmetros de controle:

- Granulometria;
- Teor de Betume;
- Grau de Compactação;
- Condição de conforto (IRI);
- Condição de segurança;

- Se a contratada somente usinar a mistura asfáltica, o critério será aplicado para os seguintes parâmetros de controle:

- Granulometria;
- Teor de Betume.

- Se a contratada realizar somente a aplicação da mistura asfáltica, o critério será aplicado para os seguintes parâmetros de controle:

- Grau de Compactação;
- Condição de conforto;

O Fator de Pagamento incidirá sobre os serviços necessários e contratados para a execução da camada de concreto asfáltico que está em processo de avaliação para recebimento: item “usinagem” e item “aplicação” (se forem itens separados) ou simplesmente no item “Usinagem e Aplicação” (se for item único), conforme Contrato.

Fica esclarecido que o fator de pagamento somente incidirá sobre os dois itens expressamente descritos como: "usinagem" ou "aplicação", não sendo aplicável a outros itens de planilha de serviços auxiliares e complementares. Nos casos onde os itens de planilha de serviços auxiliares e complementares estiverem inclusos, em contrato, dentro de um destes serviços: "usinagem" ou "aplicação", deverá incidir o fator de pagamento sobre o item completo.

Também será de responsabilidade da contratada na aplicação da mistura asfáltica, a extração de corpo de prova e a coleta de amostras da mistura em pista. As amostras deverão ser entregues ao contratante ou local por este indicado.

Os resultados do controle dos parâmetros citados devem ser analisados por grupo de ensaios através da Análise de Nível de Qualidade, que determina a proporção do lote que está fora dos limites da especificação.

A análise do Nível de Qualidade é um procedimento estatístico para estimar a variação que estes elementos fora de especificação podem causar na média e no desvio padrão da amostra, permitindo definir um risco aceitável para esta variação em cada um dos parâmetros envolvidos.

Serão aplicados fatores de pagamento (penalização) em função do nível de risco encontrado na amostra, variando de 0,90 a 1,00. O valor limite inferior (0,90) representa o máximo risco permissível e abaixo do qual todo o lote deve ser rejeitado.

Se os valores dos resultados dos ensaios estiverem dentro das faixas de aceitação, porém dispersos, deverá ser aplicado o Fator de Pagamento. Caso hajam valores dos resultados dos ensaios fora da faixa de aceitação (conforme item 4.4.1), o lote deverá ser rejeitado.

O procedimento de Análise do Nível de Qualidade deve seguir os seguintes passos, para cada parâmetro analisado e de acordo com a planilha modelo no Anexo I:

a) Determinação da Média Aritmética dos resultados dos ensaios.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} X_i}{n}$$

Onde:

Σ = somatória

X_i = valor individual do ensaio

n = número total de amostras;

b) Cálculo do Desvio – padrão

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (X_i - \bar{X})^2}{(n - 1)}}$$

c) Cálculo do Índice de Qualidade Inferior

$$Q_i = \frac{\bar{X} - LIE}{\sigma}$$

Onde: LIE é o limite inferior da especificação;

d) Determinação do Ps (porcentagem da amostra que corresponde a um dado Qs) na Tabela 1. Note que, se o LSE não é especificado, Ps=100;

e) f) Determinação do Pi (porcentagem da amostra que corresponde a um dado Qi) na Tabela 1. Note que, se o LIE não é especificado, Pi=100;

f) Determinação da Nível de Qualidade Requerido (NQR)

$$NQR = (Ps + Pi) - 100;$$

g) Usando o NQR, determinar o fator de pagamento pela Tabela 2.

Para efeito de pagamento utilizar-se-á o menor fator dentre os parâmetros analisados. Para o caso da granulometria, o fator NQR a ser considerado será o valor médio obtido da análise das diversas peneiras.

TABELA 1

DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE QUALIDADE PELO MÉTODO DO DESVIO PADRÃO															
PS ou PI	Índice de Qualidade Superior Qs e Índice de Qualidade Inferior Qi para n° de Amostras n														
	n 3	n 4	n 5	n 6	n 7	n 8	n 9	n 10 a n 11	n 12 a n 14	n 15 a n 18	n 19 a n 25	n 26 a n 37	n 38 a n 60	n 61 a n 200	n 201 a n
100	1,16	1,50	1,79	2,04	2,23	2,39	2,53	2,65	2,83	3,03	3,20	3,38	3,54	3,70	3,83
99		1,47	1,67	1,80	1,89	1,95	2,00	2,04	2,09	2,14	2,18	2,22	2,26	2,29	2,31
98	1,15	1,41	1,60	1,70	1,76	1,81	1,84	1,86	1,91	1,93	1,96	1,99	2,01	2,03	2,05
97		1,41	1,54	1,62	1,67	1,70	1,72	1,74	1,77	1,79	1,81	1,83	1,85	1,86	1,87
96	1,14	1,38	1,49	1,55	1,59	1,61	1,63	1,65	1,67	1,68	1,70	1,71	1,73	1,74	1,75
95		1,35	1,44	1,49	1,52	1,51	1,55	1,56	1,58	1,59	1,61	1,62	1,63	1,63	1,64
94	1,13	1,32	1,39	1,43	1,46	1,47	1,48	1,49	1,50	1,51	1,52	1,53	1,54	1,55	1,55
93		1,29	1,35	1,38	1,40	1,41	1,42	1,43	1,41	1,44	1,45	1,46	1,46	1,47	1,47
92	1,12	1,26	1,31	1,33	1,35	1,36	1,36	1,37	1,37	1,38	1,39	1,39	1,40	1,40	1,40
91	1,11	1,23	1,27	1,29	1,30	1,30	1,31	1,31	1,32	1,32	1,33	1,33	1,33	1,34	1,34
90	1,10	1,20	1,23	1,24	1,25	1,25	1,26	1,26	1,26	1,27	1,27	1,27	1,28	1,28	1,28
89	1,09	1,17	1,19	1,20	1,20	1,21	1,21	1,21	1,21	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,23
88	1,07	1,14	1,15	1,16	1,16	1,16	1,16	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
87	1,06	1,11	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13
86	1,04	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
85	1,03	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,01	1,04	1,04	1,04	1,01
84	1,01	1,02	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99
83	1,00	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95
82	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
81	0,96	0,93	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89	0,89	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
80	0,94	0,90	0,88	0,87	0,86	0,86	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85	0,84	0,84	0,84	0,84
79	0,91	0,87	0,85	0,84	0,84	0,82	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
78	0,89	0,84	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78	0,78	0,77	0,77	0,77
77	0,87	0,81	0,78	0,77	0,76	0,76	0,76	0,75	0,75	0,75	0,75	0,74	0,74	0,74	0,74
76	0,84	0,78	0,75	0,74	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
75	0,82	0,75	0,72	0,71	0,70	0,70	0,69	0,69	0,69	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,67
74	0,79	0,72	0,69	0,68	0,67	0,66	0,66	0,66	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65	0,64	0,64
73	0,76	0,69	0,66	0,65	0,64	0,63	0,63	0,63	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,61	0,61
72	0,74	0,66	0,63	0,62	0,61	0,60	0,60	0,60	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,58	0,58
71	0,71	0,63	0,60	0,59	0,58	0,57	0,57	0,57	0,57	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55	0,55
70	0,68	0,60	0,57	0,56	0,55	0,55	0,54	0,54	0,54	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,52
69	0,65	0,57	0,54	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51	0,51	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
68	0,62	0,54	0,51	0,50	0,49	0,49	0,48	0,48	0,48	0,48	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
67	0,59	0,51	0,47	0,47	0,46	0,46	0,46	0,45	0,45	0,45	0,45	0,44	0,44	0,44	0,44
66	0,56	0,48	0,45	0,44	0,44	0,43	0,43	0,43	0,42	0,42	0,42	0,42	0,41	0,41	0,41
65	0,52	0,45	0,43	0,41	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
64	0,49	0,42	0,40	0,39	0,38	0,38	0,37	0,37	0,37	0,37	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
63	0,46	0,39	0,37	0,36	0,35	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,33	0,33	0,33
62	0,44	0,36	0,34	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
61	0,39	0,33	0,31	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
60	0,36	0,30	0,28	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25
59	0,32	0,27	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24
58	0,29	0,24	0,23	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
57	0,25	0,21	0,20	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
56	0,22	0,18	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
55	0,18	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
54	0,14	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
53	0,11	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
52	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
51	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Obs.: Para valores de Qs ou Qi negativos, considerar Ps ou Pi igual a 100 menos o valor de Ps ou Pi correspondente ao valor absoluto de Qs ou Qi.

Quando o valor obtido pelo cálculo do tratamento estatístico encontrar-se de forma intermediária entre o Ps e Pi, adotar o valor superior na tabela.

Tabela 2

Fator de Pagamento	Nível de Qualidade Requerido para nº de Amostras n														
	n 3	n 4	n 5	n 6	n 7	n 8	n 9	n 10 a n 11	n 12 a n 14	n 15 a n 18	n 19 a n 25	n 26 A n 37	n 38 a n 60	n 61 a n 200	n 201 a n
1,000	71	77	80	82	84	85	85	86	87	88	89	90	91	93	94
0,996	68	74	78	80	81	82	83	84	85	86	87	89	90	91	93
0,992	66	72	75	77	79	80	81	82	83	85	86	87	88	90	92
0,988	64	70	73	75	77	78	79	80	81	83	84	85	87	88	90
0,984	62	68	71	74	75	77	78	78	80	81	81	84	85	87	89
0,980	60	66	69	72	73	75	76	77	78	80	81	83	84	86	88
0,976	59	64	68	70	72	73	74	75	77	78	80	81	83	85	87
0,972	57	63	66	68	70	72	73	74	75	77	78	80	81	83	86
0,968	56	61	65	67	69	70	71	72	74	75	77	78	80	82	84
0,964	55	60	63	65	67	69	70	71	72	74	75	77	79	81	83
0,960	53	58	62	64	66	67	68	69	71	73	74	76	78	80	82
0,956	52	57	60	63	64	66	67	68	70	71	73	75	76	79	81
0,952	51	55	59	61	63	64	66	67	68	70	72	73	75	77	80
0,948	50	54	57	60	62	63	64	65	67	69	70	72	74	76	79
0,944	48	53	56	58	60	62	63	64	66	67	69	71	73	75	78
0,940	47	51	55	57	59	60	62	63	64	66	68	70	72	74	77
0,936	46	50	53	56	58	59	60	61	63	65	67	69	71	73	76
0,932	45	49	52	55	56	58	59	60	62	64	65	67	69	72	75
0,928	44	48	51	53	55	57	58	59	61	63	64	66	68	71	74
0,924	42	46	50	52	54	55	57	58	60	61	63	65	67	70	72
0,920	41	45	48	51	53	54	56	57	58	60	62	64	66	69	71
0,916	40	44	47	50	52	53	54	55	57	59	61	63	65	67	70
0,912	38	43	46	48	50	52	53	54	56	58	60	62	64	66	69
0,908	37	41	45	47	49	51	52	53	55	57	59	61	63	65	68
0,904	36	40	43	46	48	50	51	52	54	56	57	60	62	64	67
0,900	34	39	42	45	47	48	50	51	53	55	56	58	61	63	66

Obs.: Quando o valor obtido pelo cálculo do tratamento estatístico encontrar-se de forma intermediária no fator de pagamento, adotar o valor superior na tabela.

9. MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço será medido por m³ efetivamente aplicado e em conformidade com a seção transversal e espessuras de projeto, devendo o mesmo contemplar todas as etapas do serviço concluído. As espessuras da camada, para efeito de medição, serão as de projeto, confirmada a critério da Concessionária, através da extração de corpos-de-prova da pista.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual multiplicado pelo fator de pagamento obtido conforme descrito no item 8.5, e este pagamento será a remuneração única do serviço, incluindo o fornecimento, o transporte e a aplicação dos materiais, toda a mão-de-obra e encargos sociais incidentes, os equipamentos, as ferramentas, as despesas indiretas, as despesas fiscais e eventuais necessários à sua execução.

Anexo I – Modelo Planilha de Fator de Pagamento

APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO PARA A DETERMINAÇÃO DO "FATOR DE PAGAMENTO"

Contrato (COLOCAR A NUMERAÇÃO)
Execução de (TIPO DE FAIXA - RODOVIA KM A ao B)

Empreiteira (NOME DO FORNECEDOR)
Data do serviço (PREENCHER COM DATA DE INÍCIO E FIM DO SERVIÇO)

DESCRIÇÃO		PARÂMETROS DE CONTROLE										LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS										
		GRANULOMÉTRICA (% que passa por peneira)										TEOR DE BETUME	GRAU DE COMPACTAÇÃO (%)	CONFORTO QI (cont.km)	SEGURANÇA		GRANULOMETRIA E TEOR	GRAU DE COMPACTAÇÃO	MERLIN	VRD e HS		
FAIXA DE TRABALHO	LSE LIE														VRD	HS (mm)	(Massa) Km	(Extraído) Km	Km	Km		
Data																						
DADOS DA EMPREITEIRA																						
RESULTADOS ESTATÍSTICOS	nº Amostras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
	Média (X)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!						
	Desvio Padrão (s)	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!							
ÍNDICE DE QUALIDADE	Qs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	Qi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
	Ps (Tabela 1)																					
	Pi (Tabela 1)																					
	NQR individual	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100						
	NQR adotado										-100	-100	-100	-100	-100							
FATOR DE PAGAMENTO	Individual Calculado																					
	Final Adotado	REPROVADO																				