

EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE CAPA ASFALTICA EM EM CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

1 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta Norma. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas):

- a) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER – ME 053/94: Misturas betuminosas – Percentagem de betume.
- b) _____. DNER – ME 148/94: Material betuminoso – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão (vaso aberto Cleveland).
- c) _____. DNER – ME 196/98: Agregados – Determinação do teor de umidade total, por secagem, em agregado gráudo.
- d) _____. DNER – PRO 273/96: Determinação de deflexões utilizando o deflectômetro de impacto tipo “Falling Weight Deflectometer (FWD)”.
- e) _____. DNER – PRO 277/97: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços.
- f) _____. DNER – ES 395/99: Pavimentação – Pintura de ligação com asfalto polímero.
- g) _____. DNER – ME 401/99: Agregados – determinação do índice de degradação de rochas após compactação Marshall com ligante – IDML e sem ligante – IDM.
- h) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 011 – PRO: Gestão da qualidade em obras rodoviárias – Procedimento.
- i) _____. DNIT 013 – PRO: Requisitos para a qualidade na execução de obras rodoviárias – Procedimento.
- j) _____. DNIT 070 – PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento.
- k) _____. DNIT 095 – EM: Cimentos asfálticos de petróleo – Especificação de material.
- l) _____. DNIT 105 – ES: Terraplenagem – Caminhos de serviço – Especificação de Serviço.
- m) _____. DNIT 131 – ME: Materiais asfálticos – Determinação do ponto de amolecimento – Método do Anel e Bola – Método de Ensaio.
- n) _____. DNIT 133 – ME: Pavimentação asfáltica – Delineamento da linha de influência longitudinal da bacia de deformação por intermédio da Viga Benkelman – Método de ensaio. o) _____. DNIT 135 – ME: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Determinação do módulo de resiliência – Método de ensaio.
- p) _____. DNIT 136 – ME: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Determinação da resistência à tração por compressão diametral – Método de ensaio.
- q) _____. DNIT 144 – ES: Pavimentação – Imprimação com ligante asfáltico – Especificação de serviço.
- r) _____. DNIT 145 – ES: Pavimentação – Pintura de ligação com ligante asfáltico – Especificação de serviço.
- s) _____. DNIT 155 – ME: Material asfáltico – Determinação da penetração – Método de ensaio.
- t) _____. DNIT 158 – ME: Mistura asfáltica – Determinação da porcentagem de betume em mistura asfáltica utilizando o extrator Soxhlet – Método de ensaio.
- u) _____. DNIT 178 – PRO: Pavimentação asfáltica – Preparação de corpos de prova para ensaios mecânicos usando o compactador giratório Superpave ou o Marshall – Procedimento. v) _____. DNIT 180 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação do dano por umidade induzida – Método de ensaio.
- w) _____. DNIT 183 – ME: Pavimentação asfáltica – Ensaio de fadiga por compressão diametral à tensão controlada – Método de ensaio.
- x) _____. DNIT 184 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Ensaio uniaxial de carga repetida para determinação da resistência à deformação permanente – Método de ensaio.
- y) _____. DNIT 411 – ME: Pavimentação – Massa específica, densidade relativa e absorção de agregado miúdo para misturas asfálticas – Método de ensaio.
- z) _____. DNIT 412 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Análise granulométrica de agregados gráudos e miúdos e misturas de agregados por peneiramento – Método de ensaio.

- aa) _____. DNIT 413 – ME: Pavimentação – Massa específica, densidade relativa e absorção de agregado graúdo para misturas asfálticas – Método de ensaio.
- bb) _____. DNIT 415 – ME: Pavimentação – Mistura asfáltica – Teor de vazios de agregados miúdos não compactados – Método de ensaio.
- cc) _____. DNIT 418 – EM: Pavimentação – Solo-Cal – Cal Virgem e Cal Hidratada – Especificação de material.
- dd) _____. DNIT 423 – ME: Pavimentação – Ligante asfáltico – Fluência e recuperação de ligantes asfálticos determinados sob tensões múltiplas (MSCR) – Método de ensaio.
- ee) _____. DNIT 424 – ME: Pavimentação – Agregado – Determinação do índice de forma com crivos – Método de ensaio.
- ff) _____. DNIT 425 – ME: Pavimentação – Agregado – Determinação do índice de forma com paquímetro – Método de ensaio.
- gg) _____. DNIT 426 – IE: Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação dos parâmetros CDI e TDI – Instrução de ensaio.
- hh) _____. 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.
- ii) _____. DNIT 428 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados – Método de ensaio.
- jj) _____. DNIT 429 – ME: Agregados – Determinação de partículas achatadas e alongadas em agregados graúdos – Método de ensaio.
- kk) _____. DNIT 430 – ME: Agregados – Percentual da porcentagem de partículas fraturadas em agregados graúdos – Método de ensaio.
- ll) _____. DNIT 431 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Densidade in situ usando densímetro não nuclear – Método de ensaio.
- mm) _____. DNIT 435 – PRO: Materiais rochosos usados em rodovias – Análise Petrográfica – Procedimento.
- nn) _____. DNIT 438 – PRO: Pavimentação – Misturas asfálticas – Seleção granulométrica de agregados para concreto asfáltico pelo Método Bailey – Procedimento.
- oo) _____. DNIT 439 – ME: Pavimentação – Ligante Asfáltico – Avaliação da resistência à fadiga de ligantes asfálticos usando varredura de amplitude linear (LAS – Linear Amplitude Sweep) – Método de ensaio.
- pp) _____. DNIT 442 – PRO: Pavimentação – Levantamento do perfil longitudinal de pavimentos com perfilômetro inercial – Procedimento.
- qq) _____. DNIT 446 – ME: Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou magnésio – Método de ensaio.
- rr) _____. DNIT 447 – ME: Misturas asfálticas – Ensaio de estabilidade e fluência Marshall – Método de ensaio.
- ss) _____. DNIT 449 – PRO: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Parâmetros volumétricos para dosagem de misturas asfálticas – Procedimento.
- tt) _____. DNIT 450 – ME: Equivalente de areia – Método de ensaio.
- uu) _____. DNIT 451 – ME: Agregados – Determinação do desgaste por abrasão e impacto no equipamento “Los Angeles” – Método de ensaio.
- vv) _____. DNIT 452 – ME: Agregado graúdo – Adesividade a ligante betuminoso – Método de ensaio.
- ww) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14950 – Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade Saybolt-Furol.
- xx) _____. ABNT NBR 15184 – Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional.
- yy) _____. ABNT NBR 15235 – Materiais asfálticos – Determinação do efeito do calor e do ar em uma película delgada rotacional.
- zz) _____. ABNT NBR 16504 – Misturas asfálticas – Determinação da profundidade média da macrotextura superficial de pavimentos asfálticos por volumetria – Método da mancha de areia.
- aaa) _____. ABNT NBR 16780 – Sinalização horizontal viária – Medição da resistência à derrapagem de uma superfície utilizando o pêndulo britânico.
- bbb) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D5361: Practice for sampling compacted asphalt mixtures for laboratory testing.
- ccc) _____. ASTM D6307: Test method for asphalt content of asphalt mixture by ignition method.
- ddd) _____. ASTM E1960: Practice for calculating International Friction Index of a pavement surface.

2 Termos e definições

Para os efeitos deste documento técnico, aplicam-se os seguintes termos e definições:

2.1 Agregado graúdo

O agregado graúdo corresponde a todas as partículas minerais passantes na peneira de 3" (75 mm) e retidas na peneira nº 4 (4,8 mm).

2.2 Agregado miúdo

O agregado miúdo corresponde a todas as partículas minerais passantes na peneira nº 4 (4,8 mm) e retidas na peneira nº 200 (0,075 mm).

2.3 Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP)

Derivado de petróleo de alta viscosidade, semissólido à temperatura ambiente (25 °C) e de cor preta. O CAP é obtido por refino de petróleo e apresenta consistência e propriedades próprias para o uso direto na construção de pavimentos.

2.4 Concreto Asfáltico

O concreto asfáltico é uma mistura asfáltica densa, isto é, com distribuição granulométrica contínua, produzida, espalhada e compactada a quente, constituída de CAP, agregados pétreos e material de enchimento.

2.5 Dimensão ou tamanho máximo (TM)

É a menor abertura de peneira da série padronizada através da qual toda a massa de agregado passa, ou seja, não fica retida nenhuma partícula, passam 100 % dos grãos.

2.6 Material de enchimento

Material mineral, finamente dividido, não plástico, que passa totalmente na peneira nº 40 (0,42 mm) e passa mais que 65 % na peneira nº 200 (0,075 mm).

2.7 Material pulverulento ou filler

O filler corresponde a todas as partículas minerais passantes na peneira nº 200 (0,075 mm), incluindo os materiais solúveis em água presentes nos agregados.

2.8 Melhorador de adesividade

Material utilizado para promover a afinidade físicoquímica entre a película do CAP e a superfície dos agregados, corrigindo a adesividade insatisfatória entre agregados e CAP, na presença de água. Podem ser empregados produtos comerciais desenvolvidos especificamente para essa função e/ou a cal hidratada, preferencialmente, do tipo CH-I.

2.9 Tamanho Nominal Máximo (TNM)

É o tamanho de abertura de malha da peneira imediatamente acima da primeira peneira da série padronizada que retém mais de 10 % das partículas da amostra do agregado (% retida acumulada).

3 Condições gerais

a) O concreto asfáltico pode ser empregado como camada de rolamento, camada de ligação, base, regularização ou reforço do pavimento.

b) Não é permitida a execução dos serviços objeto desta Norma em dias de chuva.

c) O concreto asfáltico somente deve ser produzido, transportado e aplicado quando a temperatura da superfície da pista for superior a 10 °C. Para espessuras de concreto asfáltico inferiores a 3 cm, no momento da aplicação, a superfície da pista deverá apresentar temperatura superior a 15 °C.

d) Todo carregamento de CAP que chegar à obra deve estar acompanhado de um certificado emitido pelo fabricante/distribuidor, com os resultados dos ensaios exigidos pela especificação DNIT 095 – EM e outros ensaios, conforme subseção 5.1.1, se especificados em projeto. Tais resultados devem corresponder à data de produção do CAP, ou ao dia de carregamento para transporte com destino à obra, caso o intervalo entre os dois eventos ultrapasse 10 dias. Deve também conter indicação clara da origem e tipo do CAP, da quantidade do conteúdo da carreta e da distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.

e) É responsabilidade da empresa executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.

f) Para correta execução da camada e adequado acompanhamento dos serviços, deverá ser executado previamente um segmento experimental, conforme a subseção 5.4.1.

g) Antes do início dos serviços, deve ser implantada a adequada sinalização da obra, visando à segurança do tráfego. Essa sinalização deverá ser objeto de manutenção contínua, durante a execução dos serviços. Atenção especial deve ser dada para a segurança do tráfego na operação do sistema siga/pare.

NOTA 1: Deve-se seguir obrigatoriamente o Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias do DNIT (Publicação IPR – 738).

4 Condições específicas

4.1 Materiais Os materiais constituintes do concreto asfáltico são: agregado graúdo, agregado miúdo, CAP e, se necessário, material de enchimento e agente melhorador de adesividade. Esses materiais devem ser avaliados na fase de dosagem e só podem ser utilizados se atenderem às especificações indicadas nesta Norma.

4.1.1 Cimento asfáltico Podem ser empregados os seguintes tipos de cimento asfáltico de petróleo (CAP):

- a) CAP-30/45;
- b) CAP-50/70;
- c) CAP-85/100.

O CAP deve atender aos requisitos da Especificação DNIT 095 – EM, e ainda a outros critérios, se especificados no projeto de pavimentação, tais como MSCR (DNIT 423 – ME), LAS (DNIT 439 – ME), etc.

4.1.2 Agregados

5.1.2.1 Agregado graúdo O agregado graúdo pode ser rocha britada, escória, seixo rolado britado ou outro material indicado nas especificações complementares. Deve-se constituir de fragmentosãos, duráveis e livres de torrões de argila, matéria orgânica e outras impurezas.

A fonte do agregado graúdo indicada deve ser validada durante a dosagem do concreto asfáltico e, se possível, respeitada durante toda a obra. Em caso de necessidade de alteração, a fiscalização deverá ser comunicada e novas avaliações do material deverão ser realizadas para verificação quanto ao atendimento aos parâmetros exigidos nessa norma. Recomenda-se a análise petrográfica da rocha (DNIT 435 – PRO), para definir seus constituintes minerais e principais propriedades.

O agregado graúdo deve apresentar as seguintes características:

- a) Abrasão Los Angeles ≤ 50 % (DNIT 451 – ME). Pode-se admitir valores superiores a 50 % quando o agregado tiver apresentado desempenho comprovadamente satisfatório em utilização anterior ou apresentar índice de degradação após a compactação Marshall sem ligante (ID_m) ≤ 5 % e com ligante (ID_{ml}) ≤ 8 % (DNER – ME 401/99 ou norma DNIT que venha a substituí-la).
- b) Percentual de partículas fraturadas ≥ 90 %, em massa, dos fragmentos retidos na peneira nº 4 (4,8 mm), devendo apresentar, pelo menos, uma face fragmentada pela britagem (DNIT 430 – ME).
- c) Índice de forma $\geq 0,5$ (DNIT 424 – ME) ou $\leq 2,0$ (DNIT 425 – ME).
- d) Percentual de partículas chatas e alongadas ≤ 25 %, na relação 3:1 (DNIT 429 – ME).
- e) Durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio com perda < 12 % ou pelo emprego de sulfato de magnésio com perda < 15 % (DNIT 446 – ME).
- f) Adesividade ao ligante asfáltico satisfatória (DNIT 452 – ME).
- g) Absorção $\leq 2,0$ % (DNIT 413 – ME).

NOTA 2: Poderá ser admitida a utilização de agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 %, desde que observado o exposto no Anexo C.

4.1.2.2 Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser areia, pó de pedra, uma mistura de ambos ou outro material indicado nas especificações do DNIT. Para a areia natural, a quantidade máxima permitida na composição é de 8 %. Suas partículas individuais devem ser resistentes, estando livres de torrões de argila, matéria orgânica e outras impurezas.

A fonte de agregado miúdo indicada deve ser validada durante a dosagem do concreto asfáltico e, se possível, respeitada durante toda a obra. Em caso de necessidade de alteração, a fiscalização deverá ser comunicada e novas avaliações do material deverão ser realizadas para verificação quanto ao atendimento aos parâmetros exigidos nessa norma.

O agregado miúdo deve apresentar as seguintes características:

- a) Equivalente de areia ≥ 55 % (DNIT 450 – ME).
- b) Teor de vazios não compactados ≥ 45 % (DNIT 415 – ME), para camadas de rolamento aplicadas em vias com $N > 1,0 \times 10^7$. Para camadas de rolamento em vias com $N \leq 1,0 \times 10^7$ e demais camadas citadas na alínea a da seção 4, admite-se teor de vazios não compactados ≥ 40 %.
- c) Se a fonte do agregado miúdo for diferente da fonte do agregado graúdo, realizar o ensaio indicado na alínea f, da subseção 5.1.2.1 com o agregado graúdo da mesma fonte do agregado miúdo.

4.1.2.3 Material de enchimento

Para o concreto asfáltico, o material de enchimento (se necessário) deve ser a cal hidratada, atendendo às especificações da norma DNIT 418 – EM. Ao ser aplicado, o material de enchimento deve estar seco e isento de grumos.

A fonte de material de enchimento indicada deve ser validada durante a dosagem do concreto asfáltico e, se possível, respeitada durante toda a obra. Deve-se respeitar a quantidade usada na dosagem para atingir as características mecânicas previstas no dimensionamento do pavimento.

A cal hidratada contribui para a melhoria de adesividade entre o CAP e os agregados. Essa melhoria de adesividade deve ser verificada pelo ensaio de determinação do dano por umidade induzida (DNIT 180 – ME). Deverá ser atendido o limite indicado na Tabela 4.

Quando o uso da cal hidratada for necessário ou especificado, a quantidade adicionada não deve ser superior a 2,0 %, em relação à massa total de agregados, para evitar o enrijecimento excessivo da mistura e não comprometer os parâmetros volumétricos.

4.1.3 Melhorador de adesividade

Não havendo adesividade satisfatória entre o CAP e os agregados ou não sendo atendido o limite de dano por umidade induzida da Tabela 4, deve-se utilizar um aditivo melhorador de adesividade ou a cal hidratada. A escolha entre o aditivo melhorador de adesividade ou a cal hidratada fica a critério da empresa projetista, desde que seja confirmada a adesividade satisfatória entre o CAP e os agregados após a adição do melhorador, levando-se em conta a disponibilidade e custos dessas soluções.

Caso seja utilizada a cal hidratada, deve-se verificar a adesividade conforme o especificado na subseção 4.1.2.3. Caso seja utilizado um aditivo melhorador de adesividade, a eficácia do melhorador de adesividade deverá ser verificada das duas formas seguintes:

a) Inicialmente com os agregados, pelo ensaio DNIT 452 – ME, conforme as subseções 4.1.2.1 e 4.1.2.2;

b) Posteriormente com o concreto asfáltico, pelo ensaio de determinação do dano por umidade induzida (DNIT 180 – ME), atendendo ao limite mínimo da Tabela 4.

Os ensaios das alíneas (a) e (b) desta subseção devem ser realizados após submeter o ligante com o aditivo melhorador de adesividade ao ensaio RTFOT (ABNT NBR 15235). Não havendo boa adesividade, após as verificações (com o aditivo ou a cal), deve-se avaliar a quantidade do melhorador ou a substituição do mesmo.

4.2 Composição do concreto asfáltico

A composição do concreto asfáltico deve satisfazer o que foi estabelecido na dosagem quanto à combinação dos agregados, ao tipo e ao teor de CAP, empregando a mesma refinaria indicada (se houver indicação) e as mesmas fontes de agregados. Em caso de necessidade de alteração, a fiscalização deverá ser comunicada e deverá ser realizado um novo projeto de dosagem.

No projeto de dosagem, as curvas granulométricas dos agregados do concreto asfáltico, determinadas conforme a norma DNIT 412 – ME, devem ser combinadas para formar uma mistura de agregados que se enquadre em uma das faixas granulométricas da Tabela 1. As faixas da Tabela 1 são identificadas por uma letra seguida de um número que indica o TNM da respectiva faixa.

Tabela 1 – Faixas granulométricas para concreto asfáltico

Peneira de malha quadrada		% passante, em massa			
		Faixas			
ASTM	Abertura (mm)	A-25	B-19	C-12,5	D-9,5
1 ½"	38,1	100	-	-	-
1"	25,4	90 - 100	100	-	-
¾"	19,1	75 - 89	90 - 100	100	-
½"	12,7	58 - 78	70 - 89	90 - 100	100
⅜"	9,5	48 - 71	55 - 82	73 - 89	90 - 100
¼"	6,3	35 - 61	42 - 70	53 - 78	65 - 89
Nº 4	4,8	29 - 55	35 - 63	44 - 72	53 - 83
Nº 8	2,36	19 - 45	23 - 49	28 - 58	32 - 67
Nº 16	1,18	13 - 36	16 - 37	17 - 45	20 - 52
Nº 30	0,60	9 - 28	10 - 28	11 - 35	13 - 40
Nº 50	0,30	5 - 21	6 - 20	6 - 25	8 - 29
Nº 100	0,150	2 - 14	4 - 13	3 - 17	4 - 19
Nº 200	0,075	1 - 7	2 - 8	2 - 10	2 - 10

A faixa granulométrica deve ser selecionada em função da camada a ser executada, de modo que a espessura da camada compactada deve ser, no mínimo, 2,5 vezes o TNM da faixa granulométrica selecionada na Tabela 1.

Na determinação da curva granulométrica da mistura de agregados, recomenda-se o uso do Método Bailey (DNIT 438 – PRO) para ajuste dos percentuais de cada tamanho de agregado, de forma a garantir um esqueleto pétreo com maior intertravamento e mais resistente às deformações permanentes, principalmente quando houver dificuldade de atendimento ao valor mínimo de vazios do agregado mineral (VAM) da Tabela 5. Para todas as faixas, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4 % do total, exceto entre as duas peneiras de maior malha de cada faixa.

A granulometria da mistura de agregados deve ser classificada como de comportamento graúdo, quando o percentual passante na Peneira de Controle Primário (PCP) for inferior ao especificado na Tabela 2. Se o percentual for superior, a mistura de agregados terá comportamento fino. O comportamento da mistura de agregados influencia diretamente as propriedades do concreto asfáltico e suas condições de macrotextura, conforme o Anexo D. Portanto, deve ser considerado no projeto de dosagem.

Tabela 2 – Pontos de controle para a classificação de graduação do concreto asfáltico

TNM	PCP	% de controle
25,4	4,8	40,0
19,1	4,8	47,0
12,7	2,36	39,0
9,5	2,36	47,0

A Tabela 3 apresenta os valores de tolerância da curva granulométrica para a produção do concreto asfáltico. A partir da curva granulométrica do projeto de dosagem e das tolerâncias dessa tabela, constrói-se a faixa de trabalho.

Tabela 3 – Tolerância da curva granulométrica para a produção do concreto asfáltico

Peneira de malha quadrada		
ASTM	Abertura (mm)	Tolerância (%)
1 ½"	38,1	-
1"	25,4	±7
¾"	19,1	±7
½"	12,7	±7
⅜"	9,5	±7
¼"	6,3	±7
Nº 4	4,8	±5
Nº 8	2,36	±5
Nº 16	1,18	±5
Nº 30	0,60	±5
Nº 50	0,30	±4
Nº 100	0,150	±3
Nº 200	0,075	±2

Os limites da faixa de trabalho são obtidos a partir dos percentuais passantes em cada peneira da curva granulométrica do projeto de dosagem, somando e subtraindo os respectivos valores da tolerância individual. A faixa de trabalho não deve extrapolar os valores da faixa granulométrica escolhida, conforme a Tabela 1.

Caso isso ocorra, deverão ser realizados os devidos ajustes, conforme o exemplo do Anexo B.

A dosagem do concreto asfáltico deve ser realizada seguindo o procedimento de preparação de corpos de prova descrito na norma DNIT 178 – PRO e utilizando todos os materiais que serão empregados na mistura. O teor de projeto de CAP deve ser o determinado com tolerância de ±0,3 %, desde que atendidos os parâmetros das Tabelas 4 e 5.

A energia de compactação deve ser determinada em função do volume de tráfego e os percentuais de CAP devem ser calculados considerando a mistura completa como 100 %.

Tabela 4 – Requisitos para projeto de concreto asfáltico

Parâmetros	Norma	Valor
Volume de vazios (%)	DNIT 449 – PRO	3 a 5
Relação betume vazios (%)	DNIT 449 – PRO	65 a 75
Vazios do agregado mineral (%)	DNIT 449 – PRO	Tabela 5
Proporção filler/asfalto (F/A)	DNIT 449 – PRO	0,6 a 1,6
Resistência à tração (MPa)	DNIT 136 – ME	≥ 0,65
Dano por umidade induzida (razão)	DNIT 180 – ME	≥ 0,70
Estabilidade Marshall (kgf) (75 golpes)	DNIT 447 – ME	≥ 500
CDI	DNIT 426 – IE	Conforme definido em projeto
TDI		
Módulo de resiliência		
Parâmetros de fadiga		
Flow Number (FN)		
	DNIT 135 – ME	
	DNIT 183 – ME	
	DNIT 184 – ME	

Tabela 5 – Requisitos para Vazios do Agregado Mineral - VAM

VAM mínimo				
TNM		Volume de vazios (%) ¹		
ASTM	mm	3,0	4,0	5,0
1"	25,0	11	12	13
3/4"	19,0	12	13	14
1/2"	12,5	13	14	15
3/8"	9,5	14	15	16

¹Para percentuais de vazios não inteiros, entre 3,0 % e 5,0 %, os valores de VAM devem ser interpolados.

4.3 Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços devem ser adequados aos locais de instalação das obras, atendendo às especificações descritas em seus respectivos itens dessa norma.

Todo equipamento a ser utilizado deve ser vistoriado pela fiscalização antes do início da execução do serviço, de modo a garantir condições apropriadas de operação. Sem essa vistoria, não será autorizada a sua utilização.

Devem ser utilizados, no mínimo, os seguintes equipamentos:

4.3.1 Tanque para CAP

Os tanques devem possuir dispositivos capazes de aquecer e manter o CAP nas temperaturas indicadas pelo fornecedor e determinadas conforme a subseção 4.4.4. O aquecimento deve ser feito por meio de serpentinas com óleo térmico ou resistências elétricas, evitando qualquer superaquecimento localizado. Tubulações e acessórios devem ter diâmetro mínimo de 75 mm e devem ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor.

Devem possuir um sistema de recirculação para o CAP, que proporcione uma circulação contínua, para garantir a homogeneidade do CAP (caso seja utilizado um aditivo melhorador de adesividade) e da temperatura no interior do tanque. Recomenda-se o uso de tanques cilíndricos verticais de fundo cônico, com recirculação da base para o topo. Para tanques não verticais, a recirculação deve ser feita do ponto de saída para o misturador até o ponto mais distante dentro do tanque. Caso os depósitos não possuam sistema de recirculação, devem ser utilizados agitadores mecânicos.

O CAP armazenado deverá ser aquecido por um período mínimo de 24 horas antes da sua utilização, na temperatura máxima de mistura, definida conforme a subseção 4.4.4, devendo iniciar a recirculação e/ou agitação nas últimas 2 horas que antecedem a sua utilização. Para períodos de armazenamento sem produção de concreto asfáltico superiores a 24 horas, o CAP deverá ser estocado conforme orientação do distribuidor ou fornecedor.

A capacidade total dos tanques deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de operação.

4.3.2 Depósito para agregados

Os agregados devem ser estocados em locais limpos, drenados, cobertos e próximos aos silos de agregados da usina. Devem estar identificados e dispostos de maneira que não haja mistura entre diferentes tipos de agregados, preservando a sua homogeneidade e granulometria e evitando a contaminação por agentes externos.

Se for constatada contaminação em qualquer pilha de agregados, esta deve ser imediatamente removida da área de estoque e os trabalhos na usina devem ser paralisados até que o problema seja sanado.

4.3.3 Silos frios para agregados

Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador. Devem ser colocados em locais drenados, preferencialmente cobertos e dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, cada fração de agregado. Cada compartimento deve possuir dispositivos de descarga e recarga apropriados, para permitir dosagem adequada da quantidade de materiais.

O número de silos frios deve ser igual ao número de frações de agregados disponíveis, sendo exigido, no mínimo, três frações de agregado. Quando for empregado material de enchimento, deve haver um silo adicional específico para esse material, conjugado com dispositivos que permitam sua dosagem e incorporação ao concreto asfáltico, no local apropriado e sem perdas.

Os silos frios devem possuir sensor de umidade para determinar a umidade interna e para garantir que o CAP será dosado em função do peso seco dos agregados.

4.3.4 Usina para concreto asfáltico

Para produção do concreto asfáltico, recomenda-se a utilização de usinas do tipo gravimétrica. Admite-se o uso de usinas do tipo volumétricas, desde que atendam aos requisitos constantes na subseção 4.3.4.2.

A usina deve ser capaz de produzir misturas uniformes, sem segregações e na temperatura adequada. Antes do início da produção, a usina deve ser totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos.

4.3.4.1 Usina gravimétrica

Para usinas gravimétricas, os silos da subseção 4.3.3 devem ser equipados com pesagem estática em cada silo e cobertura para minimizar o ganho de umidade.

O CAP deve ser armazenado em um tanque externo, preferencialmente, com eixo na direção vertical, localizado próximo ao misturador. As balanças para pesagem de agregados, material de enchimento e CAP devem ter precisão de 0,5 % a 1,0 %, aferidas com pesos.

O CAP deve ser injetado na usina por uma bomba instalada próxima à saída de injeção, no máximo a dois metros de distância do misturador. A linha de tubulação que conecta o reservatório de CAP à bomba deve ser equipada com proteção térmica. Deve-se instalar uma tubulação de retorno entre a saída de injeção no misturador e o tanque visando à limpeza da tubulação entre a bomba e a saída de injeção. Recomenda-se que seja realizada a circulação de CAP aquecido pela tubulação de retorno, por pelo menos 15 minutos, antes do início das atividades diárias de produção de concreto asfáltico.

O tambor secador deve ser do tipo contrafluxo de duas zonas (convecção e radiação), e ter configuração e dimensionamento compatíveis. Após o secador, deve existir uma unidade classificadora de agregados, para a distribuição do material aos silos quentes. Para agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 %, deve-se retirar amostras dos agregados, após a secagem e antes da descarga no misturador, para determinação de umidade, que deve ser igual ou inferior a 0,3 %.

O misturador deve ser do tipo pug-mill, com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis, ajustáveis e removíveis, devendo possuir dispositivos de descarga de fundo ajustável, controlador do ciclo completo da mistura e ser capaz de produzir uma mistura uniforme. Em caso de agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 %, deve-se observar o Anexo C e coletar amostras da mistura pronta, para determinação de umidade, que deve ser igual ou inferior a 0,3 %.

A usina deve ser provida de um alimentador de material de enchimento, com controle por massa, e um filtro coletor de pó. A cal hidratada, quando utilizada, deve ser adicionada aos agregados no misturador, na zona de mistura seca. O sistema de coleta do pó deve ser comprovadamente eficiente, a fim de minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deve ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador.

Termômetros com proteção metálica, com escala de 90 °C a 210 °C e precisão de ± 1 °C, devem ser adequadamente instalados nos silos quentes, no dosador ou na linha de alimentação de CAP (próximo à descarga do misturador) e na mistura final. Além disso, a usina deve ser equipada com um pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos adequados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de ± 5 °C. A temperatura deve ser controlada automaticamente.

O sistema de controle de dosagem deve ser automatizado e sincronizado entre os diferentes tipos de agregados e o CAP, com pesagem individual dos silos e do dosador de massa do CAP. O controle de nível mínimo de cada silo e o processo de controle do fluxo de mistura e descarga (batelada), também devem ser automáticos ou semiautomáticos, com controle, leitura e registro dos pesos, temperaturas, tempos e cargas, sendo indicados em tempo real em display, computador e/ou interface homem máquina (IHM).

A usina deve possuir uma cabine de comando equipada com dispositivos operacionais que permitam controlar e registrar todas as etapas do processo de usinagem. A cabine e os quadros de força devem estar instalados de forma apropriada e com as proteções necessárias.

4.3.4.2 Usina volumétrica (contínua)

Para usinas volumétricas, os silos da subseção 4.3.3 devem ser equipados com pesagem dinâmica em cada silo, de modo a permitir a imediata e automática correção da dosagem dos materiais, a partir da variação de qualquer deles, inclusive do CAP. Os silos devem também ser equipados com cobertura para evitar o aumento de umidade.

O CAP deve ser armazenado em um tanque externo, preferencialmente, com eixo na direção vertical, localizado próximo ao misturador. A pesagem de agregados, material de enchimento e CAP deve ter precisão de 0,5 % a 1,0 %, sendo aferidas com pesos.

Durante o carregamento, não é permitido que os agregados de granulometrias diferentes se misturem, assegurando-se a homogeneidade dos mesmos.

O CAP deve ser injetado na usina por uma bomba instalada próxima à saída de injeção, no máximo a dois metros de distância do misturador. A linha de tubulação que conecta o reservatório à bomba deve ser equipada com proteção térmica. Deve-se instalar uma tubulação de retorno entre a saída de injeção no misturador e o tanque, visando à limpeza da tubulação entre a bomba e a saída de injeção. Recomenda-se que seja realizada a circulação de CAP aquecido pela tubulação de retorno, por pelo menos 15 minutos, antes do início das atividades diárias de produção de concreto asfáltico.

A operação de adição do CAP deve ser realizada com controle de velocidade da bomba e um medidor de vazão mássico (que afere massa por unidade de tempo). Deve existir um sistema de compensação das massas específicas, capaz de ajustar as velocidades dos alimentadores de CAP e agregados, para garantir que o teor de CAP e a composição granulométrica previstos sejam atingidos ao final de cada batelada.

O tambor secador deve ser do tipo contrafluxo de duas zonas (convecção e radiação), com configuração e dimensionamento compatíveis. A descarga do secador deve ser feita diretamente no misturador. Para agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 %, deve-se retirar amostras dos agregados, após a secagem e antes da descarga no misturador, para determinação de umidade, que deve ser igual ou inferior a 0,3 %.

O misturador deve ser externo, do tipo pug-mill, com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis, ajustáveis e removíveis, devendo possuir dispositivos de descarga de fundo ajustável, controlador do ciclo completo da mistura e ser capaz de produzir uma mistura uniforme. Deverá ocorrer, obrigatoriamente a limpeza diária do tambor misturador. Em caso de agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 %, deve-se observar o Anexo C e coletar amostras da mistura pronta, para determinação de umidade, que deve ser igual ou inferior a 0,3 %.

A usina deve ser provida de um alimentador de material de enchimento, com controle por massa, e um filtro coletor de pó. A cal hidratada, quando utilizada, deve ser adicionada aos agregados no misturador, na zona de mistura seca. O sistema de coleta do pó deve ser comprovadamente eficiente, a fim de minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deve ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador.

Termômetros com proteção metálica, com escala de 90 °C a 210 °C e precisão de ± 1 °C, devem ser adequadamente instalados na linha de alimentação de CAP (próximo à descarga do misturador) e na mistura final. Além disso, a usina deve ser equipada com um pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, colocados no misturador, com dispositivos para registrar a temperatura do concreto asfáltico, com precisão de ± 5 °C. A temperatura deve ser controlada automaticamente.

O sistema de transporte da mistura asfáltica, do misturador até o silo de massa deve ser composto de elevador de arraste (tipo redler) a fim de levar a mistura (isolada do ambiente externo).

O silo de armazenamento deve estar posicionado a uma altura que permita a manobra de caminhões sob o mesmo e deve armazenar a mistura por período mínimo para a realização da referida manobra. O silo deve apresentar possibilidade de controle do tempo de abertura, evitando assim segregação da mistura por tempo demasiadamente elevado de abertura da comporta. Além do acionamento automático o silo deve apresentar possibilidade de abertura em manual.

É desejável a utilização de silo de armazenamento maior, com capacidade para armazenar a produção de 30 minutos da usina operando em sua capacidade mínima. Tais silos devem ter sistema de aquecimento para permitir o armazenamento da mistura por até 24 horas. Esse sistema de aquecimento pode ser por meio de óleo térmico ou resistências elétricas.

O sistema de controle de dosagem deve ser automatizado e sincronizado entre os diferentes tipos de agregados e o CAP, com pesagem individual dos silos, leitura e registro de pesos, temperaturas, tempos e cargas, sendo indicados em tempo real em display, computador e/ou interface homem máquina (IHM). O controle do nível mínimo de cada silo e o processo de controle do fluxo de mistura e descarga (batelada) também devem ser automáticos ou semiautomáticos.

A usina deve possuir uma cabine de comando equipada com dispositivos operacionais que permitam controlar e registrar todas as etapas do processo de usinagem. A cabine e os quadros de força devem estar instalados de forma apropriada e com as proteções necessárias.

4.3.5 Caminhões para transporte do concreto asfáltico

Os caminhões para o transporte do concreto asfáltico devem ser do tipo basculantes e ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico ou solução de cal hidratada (3:1), de modo a evitar a aderência do concreto asfáltico à caçamba. Não é permitida a utilização de produtos capazes de dissolver o CAP, tais como óleo diesel, gasolina, etc.

Recomenda-se que as caçambas possuam um furo na lateral (\varnothing 6,3 mm), para facilitar e agilizar a verificação da temperatura da massa.

As caçambas dos veículos devem ser cobertas com lona impermeável, com tamanho suficiente para sobrepassar a caçamba nas laterais e na traseira. A lona deve estar bem fixada na dianteira para impedir a entrada de ar, água ou poeira entre a cobertura e o concreto asfáltico, protegendo a mistura de contaminação e evitando a perda de temperatura ou a queda de partículas durante todo o trajeto.

Recomenda-se a utilização de caminhão com caçamba térmica ou lonas térmicas para o transporte da mistura em serviços descontínuos, especialmente em obras de conservação rodoviária, de forma a manter a temperatura da massa asfáltica constante.

4.3.6 Equipamento para espalhamento e acabamento

O espalhamento e acabamento devem ser realizados com pavimentadora automotriz (vibroacabadora) sobre esteira, capaz de espalhar e conformar o concreto asfáltico no alinhamento, cotas e abaulamento definidos em projeto.

As vibroacabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim ao longo de toda a largura da mesa (incluindo os prolongamentos), a fim de espalhar o concreto asfáltico sem segregação. Quando for utilizado o prolongamento da mesa, devem ser instaladas extensões das roscas sem fim, para que o término da rosca fique posicionado aproximadamente 20,0 cm antes da lateral da mesa deslizante, de forma a evitar segregação.

Devem possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. Devem ser equipadas, preferencialmente, com sistema de controle de nivelamento eletrônico nos dois lados da mesa, para garantir o nivelamento adequado e colocar o concreto asfáltico exatamente nas faixas da via.

Devem possuir um sistema de pré-compactação, preferencialmente, eletrônico com mesa vibratória, vibradores excêntricos, tamper, alisadores e dispositivos para aquecimento da mesa à temperatura requerida, para evitar que o concreto asfáltico fique aderido prejudicando o acabamento.

4.3.7 Equipamento para compactação

A compactação do concreto asfáltico deve ser efetuada por rolos autopropelidos pneumáticos e metálicos lisos do tipo duplo tandem estático ou vibratório, não sendo permitida a utilização de rolos mistos em serviços de implantação e restauração. Os rolos utilizados devem ser específicos para a compactação de misturas asfálticas. Não é permitida a utilização de rolos compactadores de solos adaptados.

Os rolos pneumáticos devem possuir um peso mínimo de 3 toneladas por roda (contando com o lastro) e devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem uniforme da pressão dos pneus entre

2,5 kgf/cm² e 8,4 kgf/cm² (35 psi a 120 psi) e um dispositivo para monitorar e manter constante a pressão de ar de todos os pneus. Os pneus devem estar em perfeito estado, ter a mesma altura e estar alinhados, para que não deixem marcas na pista.

Os rolos devem possuir sistema de aspersão para aplicação de antiaderente. Nos rolos pneumáticos, deve haver, no mínimo, um bico espargidor por pneu; nos rolos metálicos, deve haver um sistema para cada cilindro. A adição do antiaderente tem que ser suficiente para manter os pneus ou cilindros úmidos, porém, sem escorrimientos. Devem ser adequadamente instalados raspadores para realizar a limpeza individual dos pneus ou cilindros. Os equipamentos de compactação a serem utilizados devem ser aferidos em segmentos experimentais, conforme a subseção 4.4.1, antes de obras de implantação e restauração, para definir o número de coberturas, a pressão dos pneus, a frequência e a amplitude de vibração, a velocidade, entre outros.

Os equipamentos em operação devem ser adequados para compactar o concreto asfáltico, de forma a atingir o grau de compactação especificado, enquanto a mistura se encontrar em condições de trabalhabilidade.

4.3.8 Equipamentos complementares

Para auxiliar o espalhamento e a compactação, devem ser utilizados os equipamentos seguintes:

- a) Placas vibratórias, para a compactação de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) Pás, rastelos metálicos (ancinhos) e rodos metálicos, para operações eventuais.

4.4 Execução

4.4.1 Segmento experimental

O trecho inicial da camada de concreto asfáltico deverá ser utilizado como segmento experimental para realizar as seguintes verificações:

- a) Se a mistura produzida na usina apresenta as características indicadas no projeto, conforme a subseção 4.2.
- b) Se os equipamentos a serem utilizados estão em condições de uso e quantidade adequadas para a execução do serviço.
- c) Definir o processo construtivo (tempo de espera necessário para aplicação da massa, temperatura de início da compactação, velocidade de distribuição da mistura, número de passadas dos rolos, tipos de equipamentos de compactação, etc.) de modo a se obter uma camada íntegra e que atenda aos requisitos desta Norma, conforme a subseção 6.3.
- d) Se as condições de segurança indicadas na subseção 7.3.6 foram atendidas.

O segmento experimental deve ser dimensionado em função da capacidade de produção da usina, com extensão mínima de 200 m, e deve ser executado em conformidade com as subseções 4.4.2 até 4.4.10. Deve também integrar o projeto de engenharia e sua execução deve ser acompanhada por técnicos da empresa contratada e pela fiscalização do DNIT.

Havendo rejeição da mistura, dos equipamentos ou do processo construtivo, os ajustes necessários devem ser realizados, e o segmento deve ser refeito, em um processo iterativo, às custas da empresa executante, até que os parâmetros em análise estejam adequados.

Quando as verificações e controles realizados no trecho experimental comprovarem o atendimento a esta Norma e ao projeto, a fiscalização do DNIT deve emitir um relatório de aceitação do segmento experimental, com a descrição do processo construtivo e outras observações pertinentes, para autorizar a continuação dos serviços.

Após a referida aceitação, o segmento experimental fará parte da obra, e os procedimentos adotados deverão ser replicados na execução do serviço restante da respectiva camada da obra.

4.4.2 Preparo da Superfície

A superfície que receberá a camada de concreto asfáltico deve estar seca e limpa, isenta de pó ou outros materiais soltos e substâncias prejudiciais. Eventuais defeitos existentes devem ser reparados previamente à aplicação do concreto asfáltico.

4.4.3 Imprimação e pintura de ligação

A imprimação e/ou pintura de ligação, conforme o caso, deverão ser realizadas de acordo com as normas DNIT 144 – ES, para imprimação, e DNIT 145 – ES ou DNER – ES 395/99 (ou norma do DNIT que venha a substituí-la), para pintura com emulsão convencional ou modificada, respectivamente.

A pintura de ligação e a imprimação devem ser aplicadas, obrigatoriamente, com a barra espargidora, respeitando a taxa de aplicação determinada no segmento experimental (subseção 5.4.1). Somente para correções localizadas ou no caso de aplicações em locais de difícil acesso pode ser utilizada a caneta. Deve-se evitar a sobreposição de aplicações na execução de faixas contíguas transversais e longitudinais.

A pintura e a imprimação devem formar uma película homogênea e ter condições adequadas de aderência para a execução do concreto asfáltico. Caso não ocorra uma condição satisfatória de aderência, uma nova pintura de ligação deverá ser aplicada previamente à distribuição do concreto asfáltico.

Deve-se executar uma pintura de ligação sobre a camada já imprimada ou pintada, antes da execução da camada de revestimento, caso ocorra uma ou mais das seguintes situações: se decorridos mais de sete dias entre a imprimação e a execução do revestimento; caso tenha havido trânsito sobre a superfície previamente imprimada ou pintada; ou se a camada tiver sido recoberta com areia, pó de pedra, etc.

O tráfego de caminhões para início do lançamento do concreto asfáltico sobre a imprimação ou sobre a pintura de ligação só é permitido após a cura do asfalto diluído ou a ruptura da emulsão asfáltica aplicada.

4.4.4 Aquecimento do CAP

As temperaturas do CAP empregado no concreto asfáltico devem ser determinadas em função da relação temperatura-viscosidade, obtida com o ensaio de viscosidade realizado com o viscosímetro Saybolt-Furol (ABNT NBR 14950) ou com o viscosímetro rotacional (ABNT NBR 15184).

Quando utilizado o viscosímetro Saybolt-Furol, a temperatura do CAP para a produção do concreto asfáltico (temperatura de mistura) é aquela na qual a sua viscosidade se situe dentro da faixa de 75 SSF a 95 SSF. A temperatura do CAP para a execução do concreto asfáltico (temperatura de compactação) é aquela na qual a sua viscosidade se situe na faixa de 125 SSF a 155 SSF.

Quando utilizado o viscosímetro rotacional, a temperatura de mistura do CAP é aquela na qual a sua viscosidade se situe dentro da faixa de 0,15 Pa.s a 0,19 Pa.s. A temperatura de compactação do CAP é aquela na qual sua viscosidade se situe dentro da faixa de 0,25 Pa.s a 0,31 Pa.s.

A temperatura do CAP durante a produção e a execução da mistura asfáltica não deve ser inferior a 107 °C, nem superior a 177 °C.

4.4.5 Aquecimento dos agregados

Para a mistura, os agregados devem ser aquecidos de 10 °C a 15 °C acima da temperatura do CAP.

4.4.6 Produção do concreto asfáltico

A produção do concreto asfáltico deve ser efetuada em usinas apropriadas, conforme descrito na subseção 4.3.4. A usina não deve apresentar deficiência no processo de mistura dos materiais ou variações bruscas de temperatura, o que indicaria falta de controle de alimentação ou secador desregulado.

Previamente à colocação dos agregados nos silos frios, esses devem ser homogeneizados com pá-carregadeira. As aberturas dos silos frios devem ser ajustadas de acordo com a granulometria do projeto da mistura e dos agregados para evitar sobras.

A temperatura de usinagem do concreto asfáltico deve ser definida obedecendo o intervalo de viscosidade descrito na subseção 4.4.4. Recomenda-se que, no referido intervalo, a temperatura de usinagem seja a mais elevada possível, visando a otimizar a homogeneização da massa produzida.

A produção na usina só deve iniciar quando todos os equipamentos necessários para transporte, distribuição e compactação estiverem em condições de uso, para evitar atrasos na aplicação da mistura na pista.

4.4.7 Transporte do concreto asfáltico

O concreto asfáltico produzido deve ser transportado da usina ao local de aplicação em caminhões basculantes, conforme especificado em 4.3.5. O carregamento deve ser feito primeiro na parte dianteira, em seguida na parte traseira e, por último, no meio da caçamba. O carregamento deve ser realizado de forma a evitar a segregação do concreto asfáltico dentro da caçamba.

O tempo máximo de permanência do concreto asfáltico no caminhão, até o espalhamento na pista, é aquele que garanta que a temperatura de aplicação da massa asfáltica não será inferior ao limite mínimo estabelecido conforme a subseção 4.4.4. Para agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 %, deve ser observado o Anexo C.

NOTA 3: Sugere-se o uso de um alimentador de mistura asfáltica (shuttle buggy) entre o caminhão e a pavimentadora. O equipamento possui um sistema aquecido com distribuidores helicoidais, sendo responsável pela mistura contínua no material, evitando a segregação.

NOTA 4: Durante a usinagem, o CAP não deve ser aquecido além do limite superior, determinado conforme a subseção 4.4.4, para compensar a distância de transporte.

4.4.8 Distribuição do concreto asfáltico

A distribuição do concreto asfáltico deve ser feita por equipamentos adequados, conforme especificado na subseção 4.3.6. A velocidade da acabadora deve ser selecionada em função da capacidade de

produção da usina, de maneira que esteja continuamente em movimento, sem paralisações para esperar caminhões. Se a distribuição for interrompida por mais de 15 minutos, a acabadora deve ser removida da pista e deve-se dar um novo início à distribuição após a chegada do caminhão.

Antes do início dos trabalhos, a mesa alisadora da acabadora deve ser aquecida, no mínimo, até o limite inferior da faixa de temperaturas de compactação definida na subseção 4.4.4. O sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, não sendo permitido o reaquecimento da massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado.

Na partida da acabadora, devem ser colocadas de duas a três réguas para apoiar a mesa, com altura igual à espessura da camada mais o empolamento previsto.

A descarga do material da vibroacabadora deve ser contínua, mantendo-se sempre o reservatório parcialmente cheio. O caminhão deve ser empurrado pela acabadora, não sendo permitidos choques ou travamento dos pneus durante a operação. A vibroacabadora deve ser abastecida exclusivamente com o material da caçamba, não sendo permitido, entre as recargas, bascular o material retido nas abas. Esse material deve ser retirado e descartado após o final de cada turno de serviço.

O concreto asfáltico distribuído deve apresentar textura uniforme, sem pontos segregados. Caso se observe, durante o espalhamento, irregularidades na superfície da camada, como segregações, ondulações transversais, marcas longitudinais ou outros resultados de má operação da vibroacabadora, o serviço deve ser paralisado até a correção desses pontos e a verificação da máquina. As correções devem ser realizadas antes do início da compactação, pela adição manual de concreto asfáltico, com espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

As correções no espalhamento do concreto asfáltico devem ser minimizadas, pois o excesso de reparos manuais compromete a qualidade do serviço. Caso as irregularidades observadas sejam muito frequentes, a acabadora deve ser ajustada ou substituída.

4.4.9 Compactação

A rolagem deve ser iniciada imediatamente após a distribuição do concreto asfáltico. A faixa de temperaturas para a rolagem deve ser definida obedecendo o intervalo de viscosidade descrito na subseção 4.4.4. Recomenda-se que, no referido intervalo, a temperatura de rolagem seja a mais elevada possível, para otimizar a densificação da massa aplicada.

A compactação deve ser iniciada, preferencialmente, com uma passada do rolo duplo tandem (estático ou vibratório), para acomodar a mistura aplicada e evitar a formação de marcas com a passagem do rolo de pneus. Em seguida, inicia-se a compactação com os rolos pneumáticos, com pressão constante. Ao concluir a compactação com o rolo de pneus, finaliza-se com a compactação com o rolo duplo tandem (estático ou vibratório), para fazer o acabamento do revestimento asfáltico.

A determinação do tipo de rolo metálico para iniciar e finalizar a compactação, da sequência e dos tipos de rolos, bem como a pressão necessária dos pneus do rolo pneumático, deve ser feita no trecho experimental, conforme a subseção 4.4.1.

A compactação deve ser realizada na direção longitudinal da pista, iniciando pelas bordas e continuando em direção ao eixo da pista. Nos trechos de curva, de acordo com a superelevação, a compactação deve começar sempre do ponto mais baixo para o ponto mais alto. Cada passada do rolo deve ser recoberta pela seguinte, em pelo menos, metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem deve perdurar até o momento em que seja atingido o grau de compactação especificado.

Os pneus dos rolos pneumáticos ou os cilindros metálicos dos rolos lisos devem ser mantidos umedecidos, a fim de evitar a aderência ao concreto asfáltico, conforme descrito na subseção 4.3.7. Deve-se evitar o umedecimento excessivo para não causar o resfriamento da mistura.

Durante a rolagem, não são permitidas mudanças de direção, inversões bruscas da marcha, nem o estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado.

4.4.10 Juntas

As juntas transversais e longitudinais devem ser executadas de forma a assegurar condições adequadas de acabamento, de modo que não haja irregularidades nas emendas.

Em rodovias de pista dupla, é recomendado o uso de duas vibroacabadoras, para que os revestimentos das pistas adjacentes sejam executados simultaneamente, tanto nas faixas da pista quanto nos acostamentos.

Em rodovias em operação, devem ser evitados degraus longitudinais muito extensos, sendo permitido no máximo o equivalente a uma jornada de trabalho. Na jornada de trabalho seguinte, a aplicação do concreto asfáltico deve começar no início do degrau remanescente da jornada de trabalho anterior.

No reinício dos trabalhos, a compactação da emenda transversal deve ser realizada com o rolo na direção perpendicular ao eixo da via, posicionando um terço do rolo sobre o pano já compactado e os outros dois terços sobre a massa recém-aplicada. A emenda transversal deve ser sempre reta.

4.4.11 Abertura ao tráfego

Os revestimentos recém-acabados devem ser mantidos sem tráfego até que a temperatura da mistura, medida com um termômetro a laser, esteja abaixo da temperatura do ponto de amolecimento do CAP.

5 Condicionantes ambientais

Devem ser observadas e adotadas as soluções e os procedimentos relacionados ao tema ambiental, especificados nas normas vigentes do DNIT, especialmente a norma DNIT 070 – PRO, e também na documentação técnica vinculada à execução das obras. Essa documentação compreende o Componente Ambiental do Projeto de Engenharia, os estudos, os planos e as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

Para execução do concreto asfáltico são necessários trabalhos envolvendo a utilização de CAP e agregados, além da instalação de usina misturadora. Os cuidados observados para fins de preservação do meio ambiente abrangem a produção, a estocagem e a aplicação de agregados, a estocagem e a aplicação de CAP, assim como a operação da usina. Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária.

5.1 Agregados

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

- a) A exploração da pedreira e do areal deve ser planejada adequadamente, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração, possibilitando a recuperação ambiental da área após o término das atividades exploratórias.
- b) Somente é permitida a exploração de pedreira/areal ou a implantação de instalações de britagem em áreas que possuam licença ambiental aprovada.
- c) Construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra que eventualmente seja produzido em excesso ou provenientes de lavagem de brita, evitando o seu carreamento para cursos d'água.
- d) Caso seja necessário promover o corte de árvores, deve-se obter autorização dos órgãos ambientais competentes. Os serviços devem ser executados em concordância com os critérios estipulados por esses órgãos, presentes nos documentos de autorização.
- e) Em hipótese alguma será admitida a queima de vegetação.
- f) Caso sejam utilizadas instalações comerciais, os materiais somente serão aceitos após a empresa executante apresentar documentação que ateste, junto aos órgãos ambientais competentes, a regularidade das instalações e das operações.
- g) As cópias de todos os documentos de regularização ambiental devem ser arquivadas junto ao Livro de Ocorrências da Obra, bem como outras licenças exigíveis.
- h) Seguir as recomendações constantes da Norma DNIT 105 – ES para os caminhos de serviço.

5.2 Cimento asfáltico

Os tanques de CAP devem ser instalados em locais afastados de cursos d'água e sem restrições ambientais.

É vedado o descarte de refugos dos materiais usados na faixa de domínio e em áreas onde possam causar prejuízos ambientais.

5.3 Procedimentos em usina

As operações em usinas a quente englobam:

- a) Transporte, estocagem, peneiramento e dosagem de agregados (frios e quentes) e material de enchimento.
- b) Transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e de CAP.

Os agentes e fontes poluidoras compreendem os itens indicados na Tabela 6.

Considera-se como emissões fugitivas quaisquer lançamentos ao meio ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetado para corrigir ou controlar seu fluxo.

Em função dos agentes da Tabela 6, devem ser obedecidas as subseções 5.4 e 5.5.

Tabela 6 – Fontes poluidoras

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, 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 CAP: hidrocarbonetos. Aquecimento de CAP: hidrocarbonetos. Tanques de estocagem de óleo combustível e de CAP: hidrocarbonetos.
III. Emissões fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, áreas de peneiramento, pesagem e mistura.

5.4 Instalação

As usinas de asfalto a quente devem ser instaladas em locais previamente autorizados pelos órgãos ambientais responsáveis. As bases das chaminés das usinas não podem ser posicionadas a uma distância inferior a 200 m de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversões e outras construções comunitárias.

No projeto executivo, devem ser definidas áreas para as instalações industriais, de modo a gerar o menor impacto possível ao meio ambiente.

É responsabilidade da empresa executante a obtenção da licença de instalação/operação junto aos órgãos ambientais competentes, assim como a manutenção das condições de funcionamento da usina dentro do prescrito nesta Norma.

5.5 Operação

Devem ser instalados sistemas de controle de poluição do ar, constituídos por ciclones e filtro de mangas ou por equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislação. As chaminés devem possuir instalações adequadas para realização de medições.

Junto com o projeto, para obtenção de licença, devem ser apresentados os resultados de medições em chaminés que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto de atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental.

Os silos de estocagem de agregados frios devem ser dotados de proteções laterais e cobertura, para evitar dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento. A correia transportadora de agregados frios deve ser enclausurada.

Devem ser adotados procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera. Enquanto a usina estiver em operação, deve-se manter pressão negativa no secador rotativo, para evitar emissões de partículas na entrada e na saída.

O misturador, os silos de agregados quentes e as peneiras classificatórias devem ser dotadas de sistema de controle de poluição do ar, para evitar emissões de vapores e partículas para a atmosfera.

Os silos de estocagem de concreto asfáltico devem ser fechados. Os silos de estocagem de material de enchimento devem possuir sistema próprio de filtragem a seco.

As vias de acesso internas da usina devem ser mantidas de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20 % de opacidade. Essa manutenção pode incluir diferentes métodos, como pavimentação com revestimento asfáltico, utilização de material britado, fresado, calçado, umedecido, entre outros, visando garantir a conformidade e praticabilidade do limite de opacidade estabelecido.

Devem ser adotados 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.

Os sistemas de controle de poluição do ar devem ser acionados antes dos equipamentos de processo. Os equipamentos de processo e de controle devem ser mantidos em boas condições de funcionamento.

Recomenda-se que o óleo combustível seja substituído por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e barreiras vegetais devem ser instaladas no local, quando possível.

A área afetada pelas operações de construção/execução deve ser recuperada imediatamente após a remoção da usina, dos depósitos e da limpeza do canteiro de obras.

6 Inspeções

6.1 Controle dos insumos

Os materiais utilizados na produção de Concreto Asfáltico devem ser examinados na fase de dosagem para atender a todas as especificações apresentadas na Seção 4, conforme as normas indicadas pelo DNIT. Caso alguma especificação não seja atendida, o insumo em questão não deve ser aceito. Em campo, os insumos devem ser rotineiramente examinados no laboratório do canteiro de obras, realizando os ensaios especificados a seguir.

6.1.1 Cimento asfáltico

O controle da qualidade do CAP em obra deve ser feito pelos ensaios seguintes, para todo carregamento que chegar à obra:

- a) 01 ensaio de penetração a 25 °C (DNIT 155 – ME).
- b) 01 ensaio de ponto de amolecimento (DNIT 131 – ME).
- c) 01 ensaio de ponto de fulgor (DNER – ME 148/94 ou norma DNIT que venha a substituí-la).
- d) 01 verificação de formação de espuma, quando o CAP é aquecido a 175 °C.
- e) 01 ensaio de viscosidade com viscosímetro “SayboltFurol” (ABNT NBR 14950) ou viscosímetro rotacional (ABNT NBR 15184), a diferentes temperaturas, para verificação da curva viscosidade x temperatura.
- f) 01 determinação do índice de susceptibilidade térmica (DNIT 095 – EM).
- g) Outros ensaios, quando indicados no projeto de pavimentação, na frequência especificada.

6.1.2 Agregados

O controle da qualidade dos agregados em obra deve ser feito pelos seguintes ensaios:

- a) 01 ensaio de granulometria com cada fração de agregado a cada 4 horas de produção (DNIT 412 – ME).
- b) 01 ensaio de granulometria do material de enchimento a cada dia de produção (DNIT 418 – EM).
- c) 01 ensaio de granulometria da mistura de agregados a cada 4 horas de produção (DNIT 412 – ME), com amostras coletadas no tambor secador, para verificar e, se necessário, realizar os ajustes necessários para atender à composição granulométrica de projeto.
- d) 01 determinação de umidade da mistura de agregados a cada dia de produção (DNER – ME 196/98 ou norma DNIT que venha a substituí-la), com agregados coletados após a secagem.
- e) 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo a cada semana de produção (DNIT 450 – ME).
- f) Outros ensaios de rotina, quando especificados no projeto de dosagem ou no dimensionamento, na frequência especificada.

6.2 Controle da usinagem do concreto asfáltico

O controle da produção do concreto asfáltico deve ser acompanhado por ensaios de laboratório, que devem seguir as metodologias indicadas pelo DNIT e atender aos parâmetros especificados nesta Norma. Caso alguma especificação não seja atendida, os ajustes e ações corretivas necessários devem ser executados imediatamente após a constatação da não conformidade.

No caso de ocorrerem situações que justifiquem mais de uma ação corretiva e/ou ajuste, devem-se priorizar as ações mais severas. A interrupção da produção tem prioridade sobre todas as outras ações corretivas. Caso ela seja necessária, mas não tenha ocorrido, todo o concreto asfáltico produzido a partir daquele momento deverá ser rejeitado. Somente após a realização dos ajustes necessários e todos os critérios desta Especificação terem sido atendidos, a produção poderá ser retomada.

Todas as ações corretivas necessárias durante a produção do concreto asfáltico devem ser baseadas em resultados de ensaios e devem ser tomadas imediatamente após a obtenção dos mesmos. Todas as ações corretivas devem ser documentadas.

6.2.1 Controle de temperatura

Devem ser efetuadas medidas de temperatura em cada um dos materiais, conforme descritos a seguir:

- a) Nos agregados, antes de entrar no misturador, pelo menos, a cada 4 horas de produção, preferencialmente, no início de cada turno de trabalho.
- b) No CAP, antes de entrar no misturador da usina, pelo menos, a cada 4 horas de produção, preferencialmente, no início de cada turno de trabalho.
- c) No concreto asfáltico, em cada caminhão carregado, no momento da saída da usina.
- d) No concreto asfáltico, em cada caminhão carregado, no momento do espalhamento da mistura.

As temperaturas podem apresentar pequenas variações na usinagem e na compactação, desde que sejam respeitadas as faixas de viscosidade da subseção 4.4.4.

6.2.2 Controle da quantidade de CAP no concreto asfáltico

Deve ser efetuada, no mínimo, uma determinação de teor de CAP a cada 4 horas de produção de concreto asfáltico (DNER – ME 053/94 ou norma DNIT que venha a substituí-la, DNIT 158 – ME, ou ASTM D 6307), sempre na primeira das 4 horas, em amostras coletadas logo após a usinagem, respeitando o tempo de condicionamento, conforme o Anexo C.

O equipamento utilizado para extração do CAP deve ser calibrado para cada concreto asfáltico utilizado, durante o procedimento de dosagem. Essa calibração deve ser feita com os teores de CAP utilizados na dosagem, realizando pelo menos duas extrações para cada teor. A função de calibração deve ser aferida com a produção da usina e utilizada para corrigir o teor de ligante determinado.

A porcentagem de CAP no concreto asfáltico deve respeitar os limites estabelecidos no projeto de dosagem, não devendo apresentar variação superior a $\pm 0,3$ % do teor de projeto estabelecido, desde que atendidos os parâmetros volumétricos indicados nas Tabelas 4 e 5.

6.2.3 Controle da graduação da mistura de agregados

Deve ser realizado o ensaio de granulometria (DNIT 412 – ME) da mistura dos agregados resultantes das extrações de CAP citadas na subseção 6.2.2. A curva granulométrica deve manter-se contínua e consistente com a curva de projeto e enquadrar-se dentro da faixa de trabalho, construída com as tolerâncias da Tabela 3, conforme a subseção 4.2. Durante a calibração citada na subseção 6.2.2, deve-se avaliar a possibilidade de perda de finos no processo de extração.

A produção do concreto asfáltico deve ser interrompida imediatamente e a granulometria deve ser corrigida quando o percentual passante em qualquer uma das peneiras extrapolar os limites da faixa de trabalho. Em caso de interrupção, a produção só deve ser retomada após um processo de verificação completo ter sido executado e aprovado, com as devidas correções.

6.2.4 Controle das características do concreto asfáltico

O controle da qualidade do concreto asfáltico deve ser feito pelos ensaios listados a seguir, realizados com material solto coletado diretamente da acabadora, para contabilizar o efeito do envelhecimento de curto prazo. A quantidade de material coletado deve ser compatível com as quantidades especificadas em cada uma das normas relacionadas abaixo:

- 01 ensaio de densidade máxima medida (DNIT 427 – ME) a cada 4 horas de trabalho;
- 01 determinação de umidade da mistura usinada para cada dia de produção, realizada em estufa a 105 °C, até a constância de massa;
- 01 ensaio de resistência à tração por compressão diametral a 25 °C (DNIT 136 – ME), para cada dia de produção, preferencialmente, nas primeiras horas de trabalho (os CPs produzidos devem ser compactados conforme a norma DNIT 178 – PRO);
- 01 ensaio de dano por umidade induzida (DNIT 180 – ME), para cada 5 dias de produção, preferencialmente, no primeiro dos 5 dias.

NOTA 5: Para agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 %, deve-se observar o Anexo C.

6.3 Controle da execução

O controle da execução da camada de Concreto Asfáltico deve ser exercido mediante a realização de ensaios e medições feitas em locais selecionados de maneira aleatória. O número de amostras e de determinações a serem realizadas e suas respectivas localizações devem ser definidos no Plano de Amostragem Variável, elaborado conforme a subseção 7.4 e a norma DNIT 013 – PRO.

Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios:

6.3.1 Espalhamento e compactação na pista

Devem ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento, para cada carregamento de mistura, imediatamente antes de iniciar a compactação. Essas temperaturas não devem apresentar variações superiores a ± 5 °C, em relação à indicada em projeto. A temperatura da massa, no decorrer da rolagem, deve propiciar adequadas condições de compressão, de forma a atingir o grau de compactação previsto. Devem ser evitadas temperaturas inferiores a 145 °C.

O grau de compactação (GC) do concreto asfáltico executado deve ser calculado pela equação seguinte:

$$GC = \frac{G_{mbc}}{G_{mbl}} \times 100\% \quad (1)$$

Onde:

GC é o grau de compactação, expresso em porcentagem (%);

G_{mbc} é a densidade relativa aparente medida em campo, adimensional;

G_{mbl} é a densidade relativa aparente determinada na dosagem do concreto asfáltico, adimensional.

As determinações de densidade relativa aparente na pista podem ser feitas com uso do densímetro não nuclear (DNIT 431 – ME), calibrado para o concreto asfáltico em questão, ou conforme a norma DNIT 428 – ME, a partir de corpos de prova extraídos do concreto asfáltico compactado na pista, por meio de sondas rotativas (ASTM D5361). As determinações ou extrações devem ser feitas após o completo resfriamento da massa compactada.

Deve ser realizada, no mínimo, uma determinação a cada 100 metros de concreto asfáltico compactado, em locais escolhidos aleatoriamente. Não são permitidos valores de GC inferiores a 97 % ou superiores a 100 %, aplicando o controle estatístico bilateral, conforme a subseção 7.5.

6.3.2 Espessura da camada

A espessura da camada compactada deve ser medida em corpos de prova extraídos da pista (ASTM D5361), no mínimo, a cada 100 m, admitindo-se uma variação de ± 5 % em relação às espessuras de projeto. O controle estatístico bilateral deve ser aplicado, conforme a subseção 7.5.

As mesmas amostras extraídas para a determinação da espessura podem ser usadas para determinar a densidade relativa aparente.

6.3.3 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. O controle estatístico bilateral deve ser aplicado conforme a subseção 7.5.

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. O controle estatístico bilateral deve ser aplicado conforme a subseção 7.5.

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. O controle estatístico unilateral deve ser aplicado conforme a subseção 7.5.

6.3.4 Controle construtivo por deflexão

Deverá ser realizado o controle construtivo por deflexão, para verificar o atendimento aos valores previstos, quando definidos em contrato ou no projeto de dimensionamento. As deflexões podem ser medidas com a Viga Benkelman (DNIT 133 – ME) ou com o FWD (DNER – PRO 273/96 ou norma DNIT que venha a substituí-la).

A deflexão máxima (D_0) deve ser determinada, no mínimo, a cada 20 m por faixa alternada e a cada 40 m na mesma faixa. A bacia deflectométrica deve ser determinada, no mínimo, a cada 100 m por faixa alternada e a cada 200 m na mesma faixa. O controle estatístico unilateral deve ser aplicado conforme a subseção 7.5.

NOTA 6: O equipamento empregado na medição das deflexões deve ser o indicado em projeto.

NOTA 7: Caso o controle de deflexão não tenha sido previsto nos contratos de conservação, a aplicação desta subseção poderá ser dispensada, se autorizada pela fiscalização.

6.3.5 Acabamento da superfície

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. O controle estatístico bilateral deve ser aplicado conforme a subseção 7.5.

O acabamento longitudinal da superfície do revestimento deve ser verificado com perfilômetro inercial (DNIT 442 – PRO) ou com outro dispositivo equivalente para esta finalidade, devidamente calibrado.

Para pavimentos novos, o International Roughness Index (IRI) deve apresentar valor inferior ou igual a 2,0 m/m (Quociente de Irregularidade – $QI \leq 26$ contagens/km). Para obras de restauração, o IRI deve apresentar valor inferior ou igual a 2,4 m/m ($QI \leq 31$ contagens/km). O IRI deve ser determinado a cada 200 m e/ou em segmentos indicados pela fiscalização.

Se os valores de IRI forem superiores aos limites especificados, os trabalhos devem ser suspensos e só reiniciados após a realização das ações corretivas pela empresa executante. Os trechos corrigidos devem ser novamente avaliados para garantir o atendimento às condições de rolamento e à uniformidade em relação ao trecho contíguo não corrigido. Os trabalhos corretivos devem ser concluídos antes da determinação da espessura da camada acabada. Todos os trabalhos corretivos devem ser feitos às expensas da executante.

Os levantamentos de IRI e os trabalhos corretivos durante a execução não eliminam a necessidade de realização do levantamento para o recebimento de obra.

6.3.6 Condições de segurança

As condições de segurança da camada de rolamento do pavimento devem ser definidas em projeto, seguindo as recomendações do Anexo D.

A camada de revestimento de concreto asfáltico acabado deve ser avaliada quanto às condições de segurança pelos ensaios seguintes:

- a) Macrotextura: altura da mancha de areia (ABNT NBR 16504), definida em projeto conforme o Anexo D.
- b) Microtextura: valor de resistência à derrapagem (VDR) ≥ 47 , medido com o Pêndulo Britânico (ABNT NBR 16780).

Opcionalmente, a resistência à derrapagem pode ser avaliada por meio do International Friction Index (IFI), conforme a Norma ASTM E 1960-07, cujos valores mínimos são:

- a) IFI (F60) $\geq 0,22$, para pavimentos novos;
- b) IFI (F60) $\geq 0,15$, para pavimentos restaurados.

Os ensaios de controle de segurança devem ser realizados, no mínimo, a cada 300 m. O Controle unilateral deve ser aplicado conforme a subseção 6.5.

6.4 Plano de amostragem – Controle tecnológico

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da execução devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem, previamente apresentado pela empresa executante e aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER – PRO 277/97 (ou norma DNIT que venha a substituí-la). O tamanho das amostras deve ser documentado e previamente informado à Fiscalização.

6.5 Condições de conformidade e não conformidade

Todos os ensaios de controle dos insumos e da usinagem devem cumprir as Condições Gerais e Específicas desta Norma. Os ensaios de controle da execução devem ser realizados de acordo com o Plano de Amostragem e estar de acordo com os critérios descritos a seguir.

Quando especificado um valor mínimo e/ou máximo a ser(em) atingido(s), devem ser verificadas as seguintes condições:

- a) Condições de conformidade:

$$\begin{aligned} \bar{X} - ks &\geq \text{valor mínimo especificado;} \\ \bar{X} + ks &\leq \text{valor máximo especificado.} \end{aligned}$$

- b) Condições de não conformidade:

- a) $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado;}$
- b) $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado.}$

c)

- d) Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (4)$$

e)

- f) Onde:

g)

- h) x_i são os valores individuais;

- i) \bar{X} é a média aritmética da amostra;

- j) S é o desvio padrão da amostra;

- k) k é o coeficiente obtido em função do número de determinações, conforme a Tabela A1 do Anexo A;

- l) n é o número de determinações (tamanho da amostra).

m)

- n) Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, de acordo com a norma DNIT 011 – PRO a qual estabelece que sejam tomadas providências para tratamento das “não conformidades”.

- o) Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta Norma. Os serviços não conformes (ou rejeitados) deverão ser refeitos.

p)

q) **7 Critérios de medição**

r)

s) Os serviços considerados conformes devem ser medidos de acordo com os critérios estabelecidos no Edital de Licitação dos serviços ou, na falta destes critérios, de acordo com as seguintes disposições gerais:

a) O concreto asfáltico deve ser medido em toneladas de mistura efetivamente aplicada na pista. Não serão motivos de medição em separado: mão de obra, materiais (exceto CAP), transporte do concreto asfáltico da usina à pista, equipamentos e encargos, devendo estes serem incluídos na composição do preço unitário.

t)

u) b) A quantidade de CAP aplicada deve ser obtida pela média aritmética dos valores medidos na usina, em toneladas.

v)

w) c) O transporte do CAP efetivamente aplicado deve ser medido com base na distância entre a refinaria e o canteiro de serviço.

x)

y) d) Não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto.

z)

aa) e) Nenhuma medição deve ser processada se, junto a ela, não estiver anexado um relatório de controle da qualidade, contendo os resultados dos ensaios e as determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado

bb)

cc)

_____/Anexo A

dd)

ee)

Anexo A (Normativo) – Amostragem Variável**Tabela A1 – Amostragem Variável**

<i>n</i>	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	21
<i>k</i>	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	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	0,13	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 empresa executante

ff)

gg)

hh)

ii)

jj)

kk)

_____/Anexo B

ll)

mm)

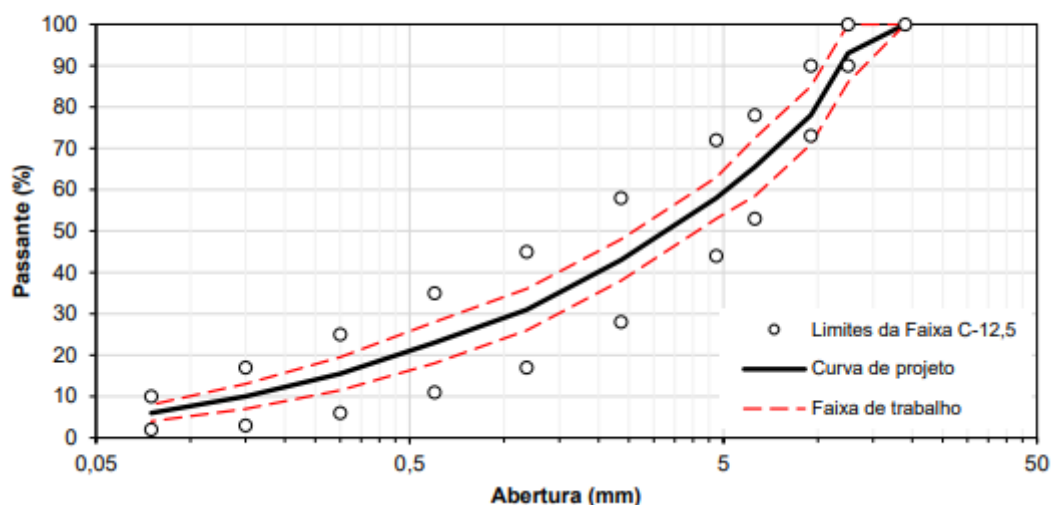
nn)

oo)

pp)

qq)

Anexo B (Normativo) – Tolerâncias da granulometria



rr)

Figura B1 – Exemplo de faixa de trabalho para uma curva granulométrica da faixa C-12,5 A

Figura B1 apresenta um exemplo de curva granulométrica de projeto enquadrada na faixa C-12,5, com a sua faixa de trabalho. Nesse exemplo, observa-se que os limites inferiores da faixa de trabalho extrapolam os limites inferiores da Faixa C-12,5 nas peneiras de 9,5 mm e 12,5 mm, conforme detalhado na Figura B2. Importante ressaltar que, para a faixa C-12,5, não deve haver material retido na peneira de 19 mm. Portanto, não há tolerâncias para essa peneira.

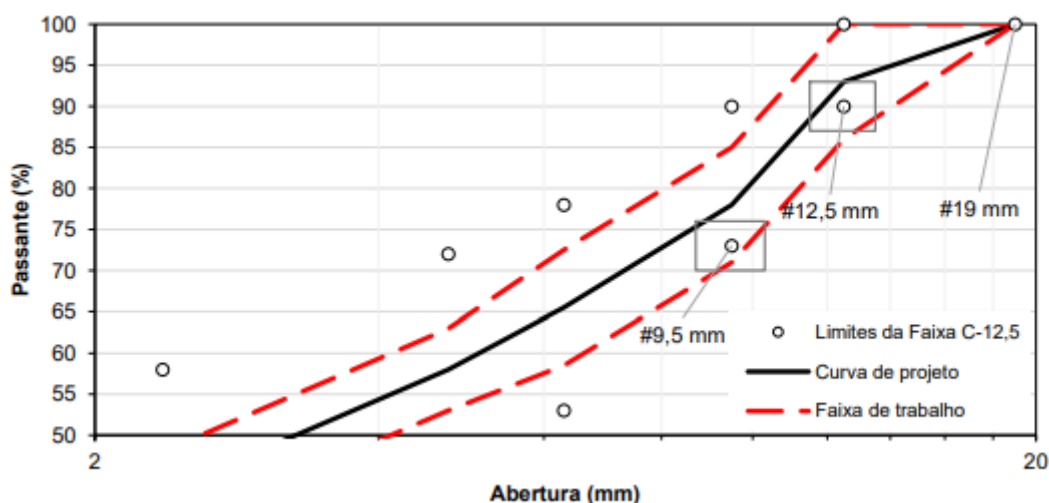


Figura B2 – Detalhe das peneiras cujos limites de tolerância extrapolam a faixa granulométrica escolhida Conforme especificado na subseção 5.2, a faixa de trabalho da curva granulométrica não deve extrapolar os limites da faixa granulométrica selecionada. Quando isso ocorrer, os percentuais das peneiras que extrapolarem a faixa devem ser ajustados, fazendo com que os limites da faixa de trabalho coincidam com os limites da faixa selecionada, conforme a Figura B3.

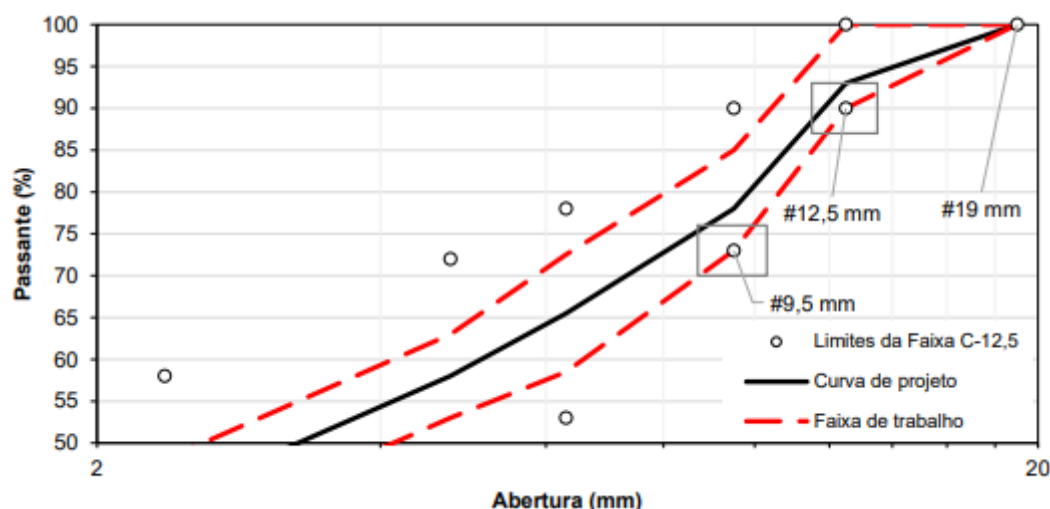


Figura B3 – Detalhe das peneiras com limites de tolerância corrigidos

Nas peneiras onde ocorrer extrapolação da faixa granulométrica selecionada, deve-se ajustar apenas os limites que extrapolarem a faixa. Desta forma, no ajuste da Figura B3, apenas os limites inferiores das peneiras de 9,5 mm e 12,5 mm foram alterados, mantendo-se inalterados os limites superiores iniciais.

_____/Anexo C

Anexo C (Normativo) – Absorção dos agregados

Para projetar e produzir misturas asfálticas, é essencial compreender e considerar a absorção dos agregados, pois essa propriedade influencia diretamente a quantidade de ligante asfáltico necessária para a mistura. Durante a dosagem, deve-se adicionar uma quantidade de ligante asfáltico que seja suficiente para preencher os poros permeáveis dos agregados e revestir todas partículas, tornando-as impermeáveis à água e reduzindo os vazios de ar interconectados na mistura após a compactação. Por esse motivo, é importante considerar a absorção dos agregados, pois o ligante que preencher os poros permeáveis não estará disponível para recobrir as partículas do agregado.

Além de influenciar a quantidade de ligante, a absorção dos agregados também pode impactar o cálculo dos parâmetros volumétricos da mistura, especialmente os valores de G_{mm} , que são calculados considerando o volume de ligante asfáltico absorvido pelo agregado, conforme a norma DNIT 427 – ME. Esse impacto no cálculo do G_{mm} depende não apenas do nível de absorção, mas também do tempo de condicionamento antes da realização do ensaio. A Figura C1 ilustra como a absorção dos agregados e o tempo de condicionamento podem afetar significativamente a determinação de G_{mm} .

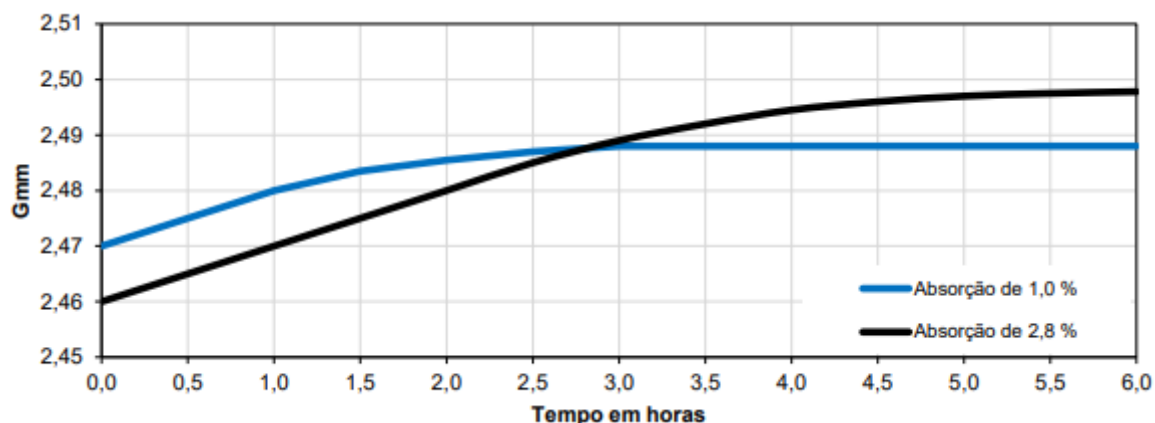


Figura C1 – Variação do *Gmm* em função do tempo de condicionamento e da absorção

Fonte: Adaptado do AI MS-2

As especificações nacionais (DNIT 427 – ME e DNIT 178 – PRO) e internacionais (AASHTO R 30 e AASHTO T 209) recomendam que as amostras de mistura asfáltica sejam condicionadas por duas horas na temperatura de compactação, antes da moldagem dos corpos de prova, da aplicação no campo ou do resfriamento para a determinação do *Gmm*. No entanto, como ilustrado na Figura C1, para agregados com absorção acima de 2,0 %, esse tempo de condicionamento pode não ser suficiente. Desta forma, a utilização de agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 % será admitida desde que:

- Para determinar o tempo de condicionamento da mistura pronta para os procedimentos dosagem e realização de todos os ensaios, deve-se avaliar a variação de *Gmm*, conforme Figura C1, até que a mesma apresente tendência de estabilização, sendo o tempo mínimo de duas horas.
- Para a produção do concreto asfáltico em obra, recomenda-se que o tempo total entre a produção da mistura e sua aplicação na pista seja definido conforme a alínea anterior, garantindo a completa absorção do ligante pelos agregados e evitando o espelhamento da mistura após a compactação.

/Anexo D

Anexo D (Normativo) – Textura superficial

A aderência entre os pneus e o pavimento é fundamental para a segurança dos motoristas em situações de emergência. Essa aderência depende diretamente da textura superficial da camada de rolamento, que pode ser dividida em microtextura e macrotextura. A microtextura está relacionada à aspereza da superfície do agregado mineral, sendo crucial para a aderência a baixas velocidades e para romper o filme de água no contato direto entre o pneu e o pavimento. Por outro lado, a macrotextura está relacionada às protuberâncias superficiais geradas pelos agregados e pelos vazios da mistura, sendo importante para a aderência em altas velocidades e para drenar a água da superfície do pavimento.

As Tabelas D1 e D2 apresentam os limites para classificação de microtextura e macrotextura, respectivamente, com base nos resultados dos ensaios de Pêndulo Britânico (ABNT NBR 16780) e Mancha de Areia (ABNT NBR 16504). Os limites para a classificação da macrotextura, apresentados no Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (Publicação IPR – 720), foram atualizados com base nos trabalhos de Pasquet (1968) e APS (2006).

Tabela D1 – Classes de microtextura pelo método do Pêndulo Britânico

Classes de microtextura	Valor de Resistência à Derrapagem – VDR
1 – Perigosa	< 25
2 – Muito lisa	$25 \leq \text{VDR} < 32$
3 – Lisa	$32 \leq \text{VDR} < 40$
4 – Insuficientemente rugosa	$40 \leq \text{VDR} < 47$
5 – Medianamente rugosa	$47 \leq \text{VDR} < 55$
6 – Rugosa	$55 \leq \text{VDR} < 75$
7 – Muito rugosa	$\text{VDR} \geq 75$

Fonte: Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (Publicação IPR – 720)

Tabela D2 – Classes de macrotextura pelo método da Mancha de Areia

Classes de macrotextura	Altura da Mancha de Areia – HS (mm)	Velocidade diretriz (km/h)
1 – Muito fina	$\text{HS} < 0,20$	Não deve ser utilizado
2 – Fina	$0,20 \leq \text{HS} < 0,40$	Velocidade < 60
3 – Medianamente fina	$0,40 \leq \text{HS} < 0,60$	$60 \leq \text{Velocidade} < 80$
4 – Média	$0,60 \leq \text{HS} < 0,80$	$80 \leq \text{Velocidade} < 100$
5 – Medianamente grossa	$0,80 \leq \text{HS} < 1,00$	$100 \leq \text{Velocidade} < 120$
6 – Grossa	$1,00 \leq \text{HS} < 1,20$	Velocidade ≥ 120
7 – Muito grossa	$\text{HS} \geq 1,20$	Aplicação em casos especiais

Fonte: Adaptado de Pasquet (1968) e APS (2006)

A microtextura é influenciada pelas características do agregado mineral, enquanto a macrotextura depende principalmente da distribuição granulométrica, sendo influenciada diretamente pelo TNM e pela relação entre as quantidades de agregados graúdos e miúdos. Misturas com agregados maiores e uma maior proporção de graúdos tendem a produzir uma superfície com textura superficial mais aberta, aumentando a rugosidade e a área de contato entre o pneu e o pavimento. Por outro lado, misturas com agregados menores e maior proporção de agregados finos resultam em uma superfície mais lisa, com menor macrotextura.

A escolha da granulometria e a concepção da mistura asfáltica são essenciais para garantir uma superfície com macrotextura adequada. Portanto, a macrotextura deve ser considerada na fase de dosagem, com a seleção da curva granulométrica apropriada, para garantir que a mistura aplicada em campo proporcione boa aderência entre os pneus e a superfície do pavimento, principalmente na presença de água, possibilitando um desempenho seguro para os usuários.

Opcionalmente, as avaliações tradicionais de textura podem ser substituídas pela avaliação da resistência à derrapagem, por meio do Índice Internacional de Atrito (IFI), conforme a Norma ASTM E 1960-07. Os limites para classificação do IFI, apresentados na Publicação IPR – 720, também foram atualizados com base em APS (2006), conforme a Tabela D3.

Tabela D3 – Classes de atrito pelo IFI

Classes de atrito	International Friction Index – IFI
1 – Péssimo	$\text{IFI} < 0,06$
2 – Muito ruim	$0,06 \leq \text{IFI} < 0,08$
3 – Ruim	$0,09 \leq \text{IFI} < 0,12$
4 – Regular	$0,12 \leq \text{IFI} < 0,15$
5 – Bom	$0,15 \leq \text{IFI} < 0,22$
6 – Muito bom	$0,22 \leq \text{IFI} < 0,35$
7 – Ótimo	$\text{IFI} \geq 0,35$

Fonte: Adaptado de APS (2006)

Por fim, destaca-se que as condições de textura superficial da camada de rolamento devem ser consideradas na concepção do projeto de pavimentação, de modo a selecionar o tipo de mistura asfáltica mais adequado às características específicas da via a ser construída, com o objetivo de proporcionar sempre o maior nível de segurança possível aos usuários, minimizando riscos de acidentes. Nesse sentido, se os materiais disponíveis não possibilitarem a concepção de um concreto asfáltico que atenda aos requisitos mínimos de segurança, a empresa projetista deve optar por outro tipo de mistura asfáltica para ser aplicada como camada de rolamento.

_____/Anexo E



Anexo E (Normativo) – Ensaios de controle

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	AVALIAÇÃO	CRITÉRIO
1. CONTROLE DOS INSUMOS				
1.1. AGREGADOS				
Densidade individual	DNIT 411 – ME DNIT 413 – ME	Na dosagem	Individual	-
Partículas chatas e alongadas (3:1)	DNIT 429 – ME	Na dosagem	Individual	≤ 25 %
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	Individual	≥ 90 %
Absorção	DNIT 411 – ME DNIT 413 – ME	Na dosagem	Individual	≤ 2,0 % ou 2,0 % a 3,0%
Teor de vazios não compactados	DNIT 415 – ME	Na dosagem	Individual	≥ 45 % ou ≥ 40 %
Los Angeles	DNIT 451 – ME	Na dosagem	Individual	≤ 50 %
Degradação Marshall	DNER–ME 401/99	Na dosagem	Individual	$ID_m \leq 5\%$ $ID_{ml} \leq 8\%$
Durabilidade	DNIT 446 – ME	Na dosagem	Individual	< 12 % ou < 15 %
Adesividade	DNIT 452 – ME	Na dosagem	Individual	Satisfatória
Método Bailey	DNIT 438 – PRO	Na dosagem	Individual	Projeto
Equivalente de areia	DNIT 450 – ME	Semanal	Individual	≥ 55 %
Umidade dos agregados	DNER – ME 196/98	Diária	Individual	< 0,3 %
Granulometria da cal	DNIT 418 – EM	Diária	Individual	-
Granulometria individual	DNIT 412 – ME	Cada 4h	Individual	-
Granulometria da mistura	DNIT 412 – ME	Cada 4h	Individual	Anexo B
1.2. CAP				
MSCR	DNIT 423 – ME	Todo carregamento	Individual	Projeto
LAS	DNIT 439 – ME	Todo carregamento	Individual	Projeto
Ponto de amolecimento	DNIT 131 – ME	Todo carregamento	Individual	DNIT 095 – EM
Penetração	DNIT 155 – ME	Todo carregamento	Individual	
Ponto de fulgor	DNER – ME 148/94	Todo carregamento	Individual	
Formação de espuma	Aquecer a 175 °C	Todo carregamento	Individual	
Susceptibilidade térmica	DNIT 095 – EM	Todo carregamento	Individual	
Curva de viscosidade	ABNT NBR 14950 ABNT NBR 15184	Todo carregamento	Individual	

2. CONTROLE DA USINAGEM				
Parâmetros volumétricos	DNIT 449 – PRO	Na dosagem	Individual	Tabelas 4 e 5
Estabilidade Marshall	DNIT 447 – ME	Na dosagem	Individual	≥ 500
CDI e TDI	DNIT 178 – PRO DNIT 426 – IE	Na dosagem	Individual	Projeto
Módulo de Resiliência	DNIT 135 – ME	Na dosagem	Individual	Projeto
Flow Number	DNIT 184 – ME	Na dosagem	Individual	Projeto
Fadiga por compressão diametral	DNIT 183 – ME	Na dosagem	Individual	Projeto
Dano por umidade induzida	DNIT 180 – ME	Semanal	Individual	≥ 0,70
Resistência à tração	DNIT 136 – ME	Diária	Individual	≥ 0,65
Umidade da massa asfáltica	Estufa a 105 °C até constância de massa	Diária	Individual	< 0,3 %
Teor de CAP	DNER – ME 053/94 DNIT 158 – ME ASTM D 6307	Cada 4h	Individual	±0,3 %
Granulometria	DNIT 412 – ME	Cada 4h	Individual	Anexo B
Rice	DNIT 427 – ME	Cada 4h	Individual	-
Temperatura CAP	Termômetro	Cada 4h	Individual	±5 °C
Temperatura agregados	Termômetro	Cada 4h	Individual	±5 °C

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	AValiação	CRITÉRIO
Temperatura mistura	Termômetro	Cada caminhão	Individual	$\pm 5^{\circ}\text{C}$
3. CONTROLE DA APLICAÇÃO				
Temperatura na chegada	Termômetro	Cada caminhão	Controle Estatístico	-
Temperatura após o espalhamento	Termômetro	Cada caminhão	Controle Estatístico	$\pm 5^{\circ}\text{C}$
Nivelamento do greide	Topografia	Cada 20 m	Controle Estatístico	-1 cm ou +2 cm
Alinhamento do greide	Topografia	Cada 20 m	Controle Estatístico	$\pm 5\text{ cm}$
Largura da plataforma	Topografia	Cada 20 m	Controle Estatístico	\geq Projeto
Grau de compactação	DNIT 428 – ME DNIT 431 – ME	Cada 100 m	Controle Estatístico	97 % a 100 %
Espessura aplicada	ASTM D5361	Cada 100 m	Controle Estatístico	$\pm 5\%$
Mancha de areia	ABNT NBR 16504	Cada 300 m	Controle Estatístico	Projeto
Pêndulo Britânico	ABNT NBR 16780	Cada 300 m	Controle Estatístico	≥ 47
IFI	ASTM E 1960	Cada 300 m	Controle Estatístico	$\geq 0,22$ ou $\geq 0,15$
Deflexão característica	DNIT 133 – ME	Cada 20 m	Controle Estatístico	Projeto
Bacia deflectométrica	DNIT 133 – ME DNER – PRO 273/96	Cada 100 m	Controle Estatístico	Projeto
Acabamento superficial	Régua	Cada 200 m	Controle Estatístico	Variação $\leq 0,5\text{ cm}$
IRI	DNIT 442 – PRO	Cada 200m	Controle Estatístico	IRI $\leq 2,0$ ou IRI $\leq 2,4$

_____/Anexo F

Anexo F (Informativo) – Bibliografia

- AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. AASHTO M 323. Standard Specification for Superpave Volumetric Mix Design. 2022.
- _____. AASHTO R 30. Standard practice for mixture conditioning of hot mix asphalt (HMA).
- _____. AASHTO T 209. Standard method test of theoretical maximum specific gravity (Gmm) and density of hot mix asphalt (HMA).

- d) APS, M. Classificação da aderência pneu-pavimento pelo índice combinado IFI – International Friction Index para revestimentos asfálticos. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. USP. São Paulo, 2006.
- e) ARTERIS ES 027: Concreto asfáltico usinado a quente. Especificação Particular. 2022.
- f) ASPHALT INSTITUTE. MANUAL SERIES NO. 02 (MS-2). Asphalt Mix Design Methods. 7th Edition. 2014.
- g) BERNUCCI, L.B. MOTTA, L.M.G. CERATTI, J.A.P. SOARES, J.B. Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro, 2ª Edição. 2022.
- h) BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Publicação IPR 743 - Manual de sinalização rodoviária. 3. ed. Rio de Janeiro, 2010.
- i) _____. Manual de Restauração de pavimentos asfálticos. Publicação IPR 720. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2005.
- j) ECORODOVIAS.ET-ECS.00.00-PAV.Pavimentação – Especificação técnica para concreto asfáltico usinado a quente. 2023.
- k) NATIONAL ASPHALT PAVEMENT ASSOCIATION. NAPA. HMA Pavement Mix Type Selection Guide. 2001.
- l) NORTH CAROLINA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. NCDOT. Materials and Tests Unit. Asphalt Quality Management System Manual. 2020.
- m) PARANÁ. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. ES-PA 21/23. Pavimentação: Concreto Asfáltico Usinado a quente. Curitiba, 2023.
- n) PASQUET, A. Campagne Nationale de Glissance 1967 en France, in Colloque International sur la Glissance et la Sécurité de la Circulation sur Routes Mouillées, Berlin, pp. 717-732. 1968.
- o) SANTA CATARINA. DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURA. ES-P 05/16. Pavimentação: Camadas de misturas asfálticas usinadas a quente. Florianópolis, 2016.
- p) SÃO PAULO. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. ET-DE-P00/027. Concreto asfáltico. 2024.
- q) TEXAS DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. TexDOT. Pavement Manual. 2021.
- r) US ARMY CORPS OF ENGINEERS. Hot-mix asphalt paving handbook. AC 150/5370-14A. Appendix 1. 2000.

EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

1 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta Norma. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas):

- a) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER – ME 053/94: Misturas betuminosas – Percentagem de betume.
- b) _____. DNER – ME 148/94: Material betuminoso – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão (vaso aberto Cleveland).
- c) _____. DNER – ME 196/98: Agregados – Determinação do teor de umidade total, por secagem, em agregado gráudo.
- d) _____. DNER – PRO 273/96: Determinação de deflexões utilizando o deflectômetro de impacto tipo “Falling Weight Deflectometer (FWD)”.
- e) _____. DNER – PRO 277/97: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços.
- f) _____. DNER – ES 395/99: Pavimentação – Pintura de ligação com asfalto polímero.
- g) _____. DNER – ME 401/99: Agregados – determinação do índice de degradação de rochas após compactação Marshall com ligante – IDML e sem ligante – IDM.
- h) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 011 – PRO: Gestão da qualidade em obras rodoviárias – Procedimento.
- i) _____. DNIT 013 – PRO: Requisitos para a qualidade na execução de obras rodoviárias – Procedimento.
- j) _____. DNIT 070 – PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento.
- k) _____. DNIT 095 – EM: Cimentos asfálticos de petróleo – Especificação de material.
- l) _____. DNIT 105 – ES: Terraplenagem – Caminhos de serviço – Especificação de Serviço.
- m) _____. DNIT 131 – ME: Materiais asfálticos – Determinação do ponto de amolecimento – Método do Anel e Bola – Método de Ensaio.
- n) _____. DNIT 133 – ME: Pavimentação asfáltica – Delineamento da linha de influência longitudinal da bacia de deformação por intermédio da Viga Benkelman – Método de ensaio. o) _____. DNIT 135 – ME: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Determinação do módulo de resiliência – Método de ensaio.
- p) _____. DNIT 136 – ME: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Determinação da resistência à tração por compressão diametral – Método de ensaio.
- q) _____. DNIT 144 – ES: Pavimentação – Imprimação com ligante asfáltico – Especificação de serviço.
- r) _____. DNIT 145 – ES: Pavimentação – Pintura de ligação com ligante asfáltico – Especificação de serviço.
- s) _____. DNIT 155 – ME: Material asfáltico – Determinação da penetração – Método de ensaio.
- t) _____. DNIT 158 – ME: Mistura asfáltica – Determinação da porcentagem de betume em mistura asfáltica utilizando o extrator Soxhlet – Método de ensaio.
- u) _____. DNIT 178 – PRO: Pavimentação asfáltica – Preparação de corpos de prova para ensaios mecânicos usando o compactador giratório Superpave ou o Marshall – Procedimento. v) _____. DNIT 180 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação do dano por umidade induzida – Método de ensaio.
- w) _____. DNIT 183 – ME: Pavimentação asfáltica – Ensaio de fadiga por compressão diametral à tensão controlada – Método de ensaio.
- x) _____. DNIT 184 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Ensaio uniaxial de carga repetida para determinação da resistência à deformação permanente – Método de ensaio.
- y) _____. DNIT 411 – ME: Pavimentação – Massa específica, densidade relativa e absorção de agregado miúdo para misturas asfálticas – Método de ensaio.
- z) _____. DNIT 412 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Análise granulométrica de agregados gráudos e miúdos e misturas de agregados por peneiramento – Método de ensaio.

- aa) _____. DNIT 413 – ME: Pavimentação – Massa específica, densidade relativa e absorção de agregado graúdo para misturas asfálticas – Método de ensaio.
- bb) _____. DNIT 415 – ME: Pavimentação – Mistura asfáltica – Teor de vazios de agregados miúdos não compactados – Método de ensaio.
- cc) _____. DNIT 418 – EM: Pavimentação – Solo-Cal – Cal Virgem e Cal Hidratada – Especificação de material.
- dd) _____. DNIT 423 – ME: Pavimentação – Ligante asfáltico – Fluência e recuperação de ligantes asfálticos determinados sob tensões múltiplas (MSCR) – Método de ensaio.
- ee) _____. DNIT 424 – ME: Pavimentação – Agregado – Determinação do índice de forma com crivos – Método de ensaio.
- ff) _____. DNIT 425 – ME: Pavimentação – Agregado – Determinação do índice de forma com paquímetro – Método de ensaio.
- gg) _____. DNIT 426 – IE: Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação dos parâmetros CDI e TDI – Instrução de ensaio.
- hh) _____. 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.
- ii) _____. DNIT 428 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados – Método de ensaio.
- jj) _____. DNIT 429 – ME: Agregados – Determinação de partículas achatadas e alongadas em agregados graúdos – Método de ensaio.
- kk) _____. DNIT 430 – ME: Agregados – Percentual da porcentagem de partículas fraturadas em agregados graúdos – Método de ensaio.
- ll) _____. DNIT 431 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Densidade in situ usando densímetro não nuclear – Método de ensaio.
- mm) _____. DNIT 435 – PRO: Materiais rochosos usados em rodovias – Análise Petrográfica – Procedimento.
- nn) _____. DNIT 438 – PRO: Pavimentação – Misturas asfálticas – Seleção granulométrica de agregados para concreto asfáltico pelo Método Bailey – Procedimento.
- oo) _____. DNIT 439 – ME: Pavimentação – Ligante Asfáltico – Avaliação da resistência à fadiga de ligantes asfálticos usando varredura de amplitude linear (LAS – Linear Amplitude Sweep) – Método de ensaio.
- pp) _____. DNIT 442 – PRO: Pavimentação – Levantamento do perfil longitudinal de pavimentos com perfilômetro inercial – Procedimento.
- qq) _____. DNIT 446 – ME: Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou magnésio – Método de ensaio.
- rr) _____. DNIT 447 – ME: Misturas asfálticas – Ensaio de estabilidade e fluência Marshall – Método de ensaio.
- ss) _____. DNIT 449 – PRO: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Parâmetros volumétricos para dosagem de misturas asfálticas – Procedimento.
- tt) _____. DNIT 450 – ME: Equivalente de areia – Método de ensaio.
- uu) _____. DNIT 451 – ME: Agregados – Determinação do desgaste por abrasão e impacto no equipamento “Los Angeles” – Método de ensaio.
- vv) _____. DNIT 452 – ME: Agregado graúdo – Adesividade a ligante betuminoso – Método de ensaio.
- ww) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14950 – Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade Saybolt-Furol.
- xx) _____. ABNT NBR 15184 – Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional.
- yy) _____. ABNT NBR 15235 – Materiais asfálticos – Determinação do efeito do calor e do ar em uma película delgada rotacional.
- zz) _____. ABNT NBR 16504 – Misturas asfálticas – Determinação da profundidade média da macrotextura superficial de pavimentos asfálticos por volumetria – Método da mancha de areia.
- aaa) _____. ABNT NBR 16780 – Sinalização horizontal viária – Medição da resistência à derrapagem de uma superfície utilizando o pêndulo britânico.
- bbb) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D5361: Practice for sampling compacted asphalt mixtures for laboratory testing.
- ccc) _____. ASTM D6307: Test method for asphalt content of asphalt mixture by ignition method.
- ddd) _____. ASTM E1960: Practice for calculating International Friction Index of a pavement surface.

2 Termos e definições

Para os efeitos deste documento técnico, aplicam-se os seguintes termos e definições:

2.1 Agregado graúdo

O agregado graúdo corresponde a todas as partículas minerais passantes na peneira de 3" (75 mm) e retidas na peneira nº 4 (4,8 mm).

2.2 Agregado miúdo

O agregado miúdo corresponde a todas as partículas minerais passantes na peneira nº 4 (4,8 mm) e retidas na peneira nº 200 (0,075 mm).

2.3 Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP)

Derivado de petróleo de alta viscosidade, semissólido à temperatura ambiente (25 °C) e de cor preta. O CAP é obtido por refino de petróleo e apresenta consistência e propriedades próprias para o uso direto na construção de pavimentos.

2.4 Concreto Asfáltico

O concreto asfáltico é uma mistura asfáltica densa, isto é, com distribuição granulométrica contínua, produzida, espalhada e compactada a quente, constituída de CAP, agregados pétreos e material de enchimento.

2.5 Dimensão ou tamanho máximo (TM)

É a menor abertura de peneira da série padronizada através da qual toda a massa de agregado passa, ou seja, não fica retida nenhuma partícula, passam 100 % dos grãos.

2.6 Material de enchimento

Material mineral, finamente dividido, não plástico, que passa totalmente na peneira nº 40 (0,42 mm) e passa mais que 65 % na peneira nº 200 (0,075 mm).

2.7 Material pulverulento ou filler

O filler corresponde a todas as partículas minerais passantes na peneira nº 200 (0,075 mm), incluindo os materiais solúveis em água presentes nos agregados.

2.8 Melhorador de adesividade

Material utilizado para promover a afinidade físicoquímica entre a película do CAP e a superfície dos agregados, corrigindo a adesividade insatisfatória entre agregados e CAP, na presença de água. Podem ser empregados produtos comerciais desenvolvidos especificamente para essa função e/ou a cal hidratada, preferencialmente, do tipo CH-I.

2.9 Tamanho Nominal Máximo (TNM)

É o tamanho de abertura de malha da peneira imediatamente acima da primeira peneira da série padronizada que retém mais de 10 % das partículas da amostra do agregado (% retida acumulada).

3 Condições gerais

a) O concreto asfáltico pode ser empregado como camada de rolamento, camada de ligação, base, regularização ou reforço do pavimento.

b) Não é permitida a execução dos serviços objeto desta Norma em dias de chuva.

c) O concreto asfáltico somente deve ser produzido, transportado e aplicado quando a temperatura da superfície da pista for superior a 10 °C. Para espessuras de concreto asfáltico inferiores a 3 cm, no momento da aplicação, a superfície da pista deverá apresentar temperatura superior a 15 °C.

d) Todo carregamento de CAP que chegar à obra deve estar acompanhado de um certificado emitido pelo fabricante/distribuidor, com os resultados dos ensaios exigidos pela especificação DNIT 095 – EM e outros ensaios, conforme subseção 5.1.1, se especificados em projeto. Tais resultados devem corresponder à data de produção do CAP, ou ao dia de carregamento para transporte com destino à obra, caso o intervalo entre os dois eventos ultrapasse 10 dias. Deve também conter indicação clara da origem e tipo do CAP, da quantidade do conteúdo da carreta e da distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.

e) É responsabilidade da empresa executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.

f) Para correta execução da camada e adequado acompanhamento dos serviços, deverá ser executado previamente um segmento experimental, conforme a subseção 5.4.1.

g) Antes do início dos serviços, deve ser implantada a adequada sinalização da obra, visando à segurança do tráfego. Essa sinalização deverá ser objeto de manutenção contínua, durante a execução dos serviços. Atenção especial deve ser dada para a segurança do tráfego na operação do sistema siga/pare.

NOTA 1: Deve-se seguir obrigatoriamente o Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias do DNIT (Publicação IPR – 738).

4 Condições específicas

4.1 Materiais Os materiais constituintes do concreto asfáltico são: agregado graúdo, agregado miúdo, CAP e, se necessário, material de enchimento e agente melhorador de adesividade. Esses materiais devem ser avaliados na fase de dosagem e só podem ser utilizados se atenderem às especificações indicadas nesta Norma.

4.1.1 Cimento asfáltico Podem ser empregados os seguintes tipos de cimento asfáltico de petróleo (CAP):

- a) CAP-30/45;
- b) CAP-50/70;
- c) CAP-85/100.

O CAP deve atender aos requisitos da Especificação DNIT 095 – EM, e ainda a outros critérios, se especificados no projeto de pavimentação, tais como MSCR (DNIT 423 – ME), LAS (DNIT 439 – ME), etc.

4.1.2 Agregados

5.1.2.1 Agregado graúdo O agregado graúdo pode ser rocha britada, escória, seixo rolado britado ou outro material indicado nas especificações complementares. Deve-se constituir de fragmentosãos, duráveis e livres de torrões de argila, matéria orgânica e outras impurezas.

A fonte do agregado graúdo indicada deve ser validada durante a dosagem do concreto asfáltico e, se possível, respeitada durante toda a obra. Em caso de necessidade de alteração, a fiscalização deverá ser comunicada e novas avaliações do material deverão ser realizadas para verificação quanto ao atendimento aos parâmetros exigidos nessa norma. Recomenda-se a análise petrográfica da rocha (DNIT 435 – PRO), para definir seus constituintes minerais e principais propriedades.

O agregado graúdo deve apresentar as seguintes características:

- a) Abrasão Los Angeles ≤ 50 % (DNIT 451 – ME). Pode-se admitir valores superiores a 50 % quando o agregado tiver apresentado desempenho comprovadamente satisfatório em utilização anterior ou apresentar índice de degradação após a compactação Marshall sem ligante (ID_m) ≤ 5 % e com ligante (ID_{ml}) ≤ 8 % (DNER – ME 401/99 ou norma DNIT que venha a substituí-la).
- b) Percentual de partículas fraturadas ≥ 90 %, em massa, dos fragmentos retidos na peneira nº 4 (4,8 mm), devendo apresentar, pelo menos, uma face fragmentada pela britagem (DNIT 430 – ME).
- c) Índice de forma $\geq 0,5$ (DNIT 424 – ME) ou $\leq 2,0$ (DNIT 425 – ME).
- d) Percentual de partículas chatas e alongadas ≤ 25 %, na relação 3:1 (DNIT 429 – ME).
- e) Durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio com perda < 12 % ou pelo emprego de sulfato de magnésio com perda < 15 % (DNIT 446 – ME).
- f) Adesividade ao ligante asfáltico satisfatória (DNIT 452 – ME).
- g) Absorção $\leq 2,0$ % (DNIT 413 – ME).

NOTA 2: Poderá ser admitida a utilização de agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 %, desde que observado o exposto no Anexo C.

4.1.2.2 Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser areia, pó de pedra, uma mistura de ambos ou outro material indicado nas especificações do DNIT. Para a areia natural, a quantidade máxima permitida na composição é de 8 %. Suas partículas individuais devem ser resistentes, estando livres de torrões de argila, matéria orgânica e outras impurezas.

A fonte de agregado miúdo indicada deve ser validada durante a dosagem do concreto asfáltico e, se possível, respeitada durante toda a obra. Em caso de necessidade de alteração, a fiscalização deverá ser comunicada e novas avaliações do material deverão ser realizadas para verificação quanto ao atendimento aos parâmetros exigidos nessa norma.

O agregado miúdo deve apresentar as seguintes características:

- a) Equivalente de areia ≥ 55 % (DNIT 450 – ME).
- b) Teor de vazios não compactados ≥ 45 % (DNIT 415 – ME), para camadas de rolamento aplicadas em vias com $N > 1,0 \times 10^7$. Para camadas de rolamento em vias com $N \leq 1,0 \times 10^7$ e demais camadas citadas na alínea a da seção 4, admite-se teor de vazios não compactados ≥ 40 %.
- c) Se a fonte do agregado miúdo for diferente da fonte do agregado graúdo, realizar o ensaio indicado na alínea f, da subseção 5.1.2.1 com o agregado graúdo da mesma fonte do agregado miúdo.

4.1.2.3 Material de enchimento

Para o concreto asfáltico, o material de enchimento (se necessário) deve ser a cal hidratada, atendendo às especificações da norma DNIT 418 – EM. Ao ser aplicado, o material de enchimento deve estar seco e isento de grumos.

A fonte de material de enchimento indicada deve ser validada durante a dosagem do concreto asfáltico e, se possível, respeitada durante toda a obra. Deve-se respeitar a quantidade usada na dosagem para atingir as características mecânicas previstas no dimensionamento do pavimento.

A cal hidratada contribui para a melhoria de adesividade entre o CAP e os agregados. Essa melhoria de adesividade deve ser verificada pelo ensaio de determinação do dano por umidade induzida (DNIT 180 – ME). Deverá ser atendido o limite indicado na Tabela 4.

Quando o uso da cal hidratada for necessário ou especificado, a quantidade adicionada não deve ser superior a 2,0 %, em relação à massa total de agregados, para evitar o enrijecimento excessivo da mistura e não comprometer os parâmetros volumétricos.

4.1.3 Melhorador de adesividade

Não havendo adesividade satisfatória entre o CAP e os agregados ou não sendo atendido o limite de dano por umidade induzida da Tabela 4, deve-se utilizar um aditivo melhorador de adesividade ou a cal hidratada. A escolha entre o aditivo melhorador de adesividade ou a cal hidratada fica a critério da empresa projetista, desde que seja confirmada a adesividade satisfatória entre o CAP e os agregados após a adição do melhorador, levando-se em conta a disponibilidade e custos dessas soluções.

Caso seja utilizada a cal hidratada, deve-se verificar a adesividade conforme o especificado na subseção 4.1.2.3. Caso seja utilizado um aditivo melhorador de adesividade, a eficácia do melhorador de adesividade deverá ser verificada das duas formas seguintes:

a) Inicialmente com os agregados, pelo ensaio DNIT 452 – ME, conforme as subseções 4.1.2.1 e 4.1.2.2;

b) Posteriormente com o concreto asfáltico, pelo ensaio de determinação do dano por umidade induzida (DNIT 180 – ME), atendendo ao limite mínimo da Tabela 4.

Os ensaios das alíneas (a) e (b) desta subseção devem ser realizados após submeter o ligante com o aditivo melhorador de adesividade ao ensaio RTFOT (ABNT NBR 15235). Não havendo boa adesividade, após as verificações (com o aditivo ou a cal), deve-se avaliar a quantidade do melhorador ou a substituição do mesmo.

4.2 Composição do concreto asfáltico

A composição do concreto asfáltico deve satisfazer o que foi estabelecido na dosagem quanto à combinação dos agregados, ao tipo e ao teor de CAP, empregando a mesma refinaria indicada (se houver indicação) e as mesmas fontes de agregados. Em caso de necessidade de alteração, a fiscalização deverá ser comunicada e deverá ser realizado um novo projeto de dosagem.

No projeto de dosagem, as curvas granulométricas dos agregados do concreto asfáltico, determinadas conforme a norma DNIT 412 – ME, devem ser combinadas para formar uma mistura de agregados que se enquadre em uma das faixas granulométricas da Tabela 1. As faixas da Tabela 1 são identificadas por uma letra seguida de um número que indica o TNM da respectiva faixa.

Tabela 1 – Faixas granulométricas para concreto asfáltico

Peneira de malha quadrada		% passante, em massa			
		Faixas			
ASTM	Abertura (mm)	A-25	B-19	C-12,5	D-9,5
1 ½"	38,1	100	-	-	-
1"	25,4	90 - 100	100	-	-
¾"	19,1	75 - 89	90 - 100	100	-
½"	12,7	58 - 78	70 - 89	90 - 100	100
⅜"	9,5	48 - 71	55 - 82	73 - 89	90 - 100
¼"	6,3	35 - 61	42 - 70	53 - 78	65 - 89
Nº 4	4,8	29 - 55	35 - 63	44 - 72	53 - 83
Nº 8	2,36	19 - 45	23 - 49	28 - 58	32 - 67
Nº 16	1,18	13 - 36	16 - 37	17 - 45	20 - 52
Nº 30	0,60	9 - 28	10 - 28	11 - 35	13 - 40
Nº 50	0,30	5 - 21	6 - 20	6 - 25	8 - 29
Nº 100	0,150	2 - 14	4 - 13	3 - 17	4 - 19
Nº 200	0,075	1 - 7	2 - 8	2 - 10	2 - 10

A faixa granulométrica deve ser selecionada em função da camada a ser executada, de modo que a espessura da camada compactada deve ser, no mínimo, 2,5 vezes o TNM da faixa granulométrica selecionada na Tabela 1.

Na determinação da curva granulométrica da mistura de agregados, recomenda-se o uso do Método Bailey (DNIT 438 – PRO) para ajuste dos percentuais de cada tamanho de agregado, de forma a garantir um esqueleto pétreo com maior intertravamento e mais resistente às deformações permanentes, principalmente quando houver dificuldade de atendimento ao valor mínimo de vazios do agregado mineral (VAM) da Tabela 5. Para todas as faixas, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4 % do total, exceto entre as duas peneiras de maior malha de cada faixa.

A granulometria da mistura de agregados deve ser classificada como de comportamento graúdo, quando o percentual passante na Peneira de Controle Primário (PCP) for inferior ao especificado na Tabela 2. Se o percentual for superior, a mistura de agregados terá comportamento fino. O comportamento da mistura de agregados influencia diretamente as propriedades do concreto asfáltico e suas condições de macrot textura, conforme o Anexo D. Portanto, deve ser considerado no projeto de dosagem.

Tabela 2 – Pontos de controle para a classificação de graduação do concreto asfáltico

TNM	PCP	% de controle
25,4	4,8	40,0
19,1	4,8	47,0
12,7	2,36	39,0
9,5	2,36	47,0

A Tabela 3 apresenta os valores de tolerância da curva granulométrica para a produção do concreto asfáltico. A partir da curva granulométrica do projeto de dosagem e das tolerâncias dessa tabela, constrói-se a faixa de trabalho.

Tabela 3 – Tolerância da curva granulométrica para a produção do concreto asfáltico

Peneira de malha quadrada		
ASTM	Abertura (mm)	Tolerância (%)
1 ½"	38,1	-
1"	25,4	±7
¾"	19,1	±7
½"	12,7	±7
⅜"	9,5	±7
¼"	6,3	±7
Nº 4	4,8	±5
Nº 8	2,36	±5
Nº 16	1,18	±5
Nº 30	0,60	±5
Nº 50	0,30	±4
Nº 100	0,150	±3
Nº 200	0,075	±2

Os limites da faixa de trabalho são obtidos a partir dos percentuais passantes em cada peneira da curva granulométrica do projeto de dosagem, somando e subtraindo os respectivos valores da tolerância individual. A faixa de trabalho não deve extrapolar os valores da faixa granulométrica escolhida, conforme a Tabela 1.

Caso isso ocorra, deverão ser realizados os devidos ajustes, conforme o exemplo do Anexo B.

A dosagem do concreto asfáltico deve ser realizada seguindo o procedimento de preparação de corpos de prova descrito na norma DNIT 178 – PRO e utilizando todos os materiais que serão empregados na mistura. O teor de projeto de CAP deve ser o determinado com tolerância de ±0,3 %, desde que atendidos os parâmetros das Tabelas 4 e 5.

A energia de compactação deve ser determinada em função do volume de tráfego e os percentuais de CAP devem ser calculados considerando a mistura completa como 100 %.

Tabela 4 – Requisitos para projeto de concreto asfáltico

Parâmetros	Norma	Valor
Volume de vazios (%)	DNIT 449 – PRO	3 a 5
Relação betume vazios (%)	DNIT 449 – PRO	65 a 75
Vazios do agregado mineral (%)	DNIT 449 – PRO	Tabela 5
Proporção filler/asfalto (F/A)	DNIT 449 – PRO	0,6 a 1,6
Resistência à tração (MPa)	DNIT 136 – ME	≥ 0,65
Dano por umidade induzida (razão)	DNIT 180 – ME	≥ 0,70
Estabilidade Marshall (kgf) (75 golpes)	DNIT 447 – ME	≥ 500
CDI	DNIT 426 – IE	Conforme definido em projeto
TDI		
Módulo de resiliência	DNIT 135 – ME	
Parâmetros de fadiga	DNIT 183 – ME	
Flow Number (FN)	DNIT 184 – ME	

Tabela 5 – Requisitos para Vazios do Agregado Mineral - VAM

VAM mínimo				
TNM		Volume de vazios (%) ¹		
ASTM	mm	3,0	4,0	5,0
1"	25,0	11	12	13
3/4"	19,0	12	13	14
1/2"	12,5	13	14	15
3/8"	9,5	14	15	16

¹Para percentuais de vazios não inteiros, entre 3,0 % e 5,0 %, os valores de VAM devem ser interpolados.

4.3 Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços devem ser adequados aos locais de instalação das obras, atendendo às especificações descritas em seus respectivos itens dessa norma.

Todo equipamento a ser utilizado deve ser vistoriado pela fiscalização antes do início da execução do serviço, de modo a garantir condições apropriadas de operação. Sem essa vistoria, não será autorizada a sua utilização.

Devem ser utilizados, no mínimo, os seguintes equipamentos:

4.3.1 Tanque para CAP

Os tanques devem possuir dispositivos capazes de aquecer e manter o CAP nas temperaturas indicadas pelo fornecedor e determinadas conforme a subseção 4.4.4. O aquecimento deve ser feito por meio de serpentinas com óleo térmico ou resistências elétricas, evitando qualquer superaquecimento localizado. Tubulações e acessórios devem ter diâmetro mínimo de 75 mm e devem ser dotados de isolamento térmico, a fim de evitar perdas de calor.

Devem possuir um sistema de recirculação para o CAP, que proporcione uma circulação contínua, para garantir a homogeneidade do CAP (caso seja utilizado um aditivo melhorador de adesividade) e da temperatura no interior do tanque. Recomenda-se o uso de tanques cilíndricos verticais de fundo cônico, com recirculação da base para o topo. Para tanques não verticais, a recirculação deve ser feita do ponto de saída para o misturador até o ponto mais distante dentro do tanque. Caso os depósitos não possuam sistema de recirculação, devem ser utilizados agitadores mecânicos.

O CAP armazenado deverá ser aquecido por um período mínimo de 24 horas antes da sua utilização, na temperatura máxima de mistura, definida conforme a subseção 4.4.4, devendo iniciar a recirculação e/ou agitação nas últimas 2 horas que antecedem a sua utilização. Para períodos de armazenamento sem produção de concreto asfáltico superiores a 24 horas, o CAP deverá ser estocado conforme orientação do distribuidor ou fornecedor.

A capacidade total dos tanques deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de operação.

4.3.2 Depósito para agregados

Os agregados devem ser estocados em locais limpos, drenados, cobertos e próximos aos silos de agregados da usina. Devem estar identificados e dispostos de maneira que não haja mistura entre diferentes tipos de agregados, preservando a sua homogeneidade e granulometria e evitando a contaminação por agentes externos.

Se for constatada contaminação em qualquer pilha de agregados, esta deve ser imediatamente removida da área de estoque e os trabalhos na usina devem ser paralisados até que o problema seja sanado.

4.3.3 Silos frios para agregados

Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador. Devem ser colocados em locais drenados, preferencialmente cobertos e dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, cada fração de agregado. Cada compartimento deve possuir dispositivos de descarga e recarga apropriados, para permitir dosagem adequada da quantidade de materiais.

O número de silos frios deve ser igual ao número de frações de agregados disponíveis, sendo exigido, no mínimo, três frações de agregado. Quando for empregado material de enchimento, deve haver um silo adicional específico para esse material, conjugado com dispositivos que permitam sua dosagem e incorporação ao concreto asfáltico, no local apropriado e sem perdas.

Os silos frios devem possuir sensor de umidade para determinar a umidade interna e para garantir que o CAP será dosado em função do peso seco dos agregados.

4.3.4 Usina para concreto asfáltico

Para produção do concreto asfáltico, recomenda-se a utilização de usinas do tipo gravimétrica. Admite-se o uso de usinas do tipo volumétricas, desde que atendam aos requisitos constantes na subseção 4.3.4.2.

A usina deve ser capaz de produzir misturas uniformes, sem segregações e na temperatura adequada. Antes do início da produção, a usina deve ser totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos.

4.3.4.1 Usina gravimétrica

Para usinas gravimétricas, os silos da subseção 4.3.3 devem ser equipados com pesagem estática em cada silo e cobertura para minimizar o ganho de umidade.

O CAP deve ser armazenado em um tanque externo, preferencialmente, com eixo na direção vertical, localizado próximo ao misturador. As balanças para pesagem de agregados, material de enchimento e CAP devem ter precisão de 0,5 % a 1,0 %, aferidas com pesos.

O CAP deve ser injetado na usina por uma bomba instalada próxima à saída de injeção, no máximo a dois metros de distância do misturador. A linha de tubulação que conecta o reservatório de CAP à bomba deve ser equipada com proteção térmica. Deve-se instalar uma tubulação de retorno entre a saída de injeção no misturador e o tanque visando à limpeza da tubulação entre a bomba e a saída de injeção. Recomenda-se que seja realizada a circulação de CAP aquecido pela tubulação de retorno, por pelo menos 15 minutos, antes do início das atividades diárias de produção de concreto asfáltico.

O tambor secador deve ser do tipo contrafluxo de duas zonas (convecção e radiação), e ter configuração e dimensionamento compatíveis. Após o secador, deve existir uma unidade classificadora de agregados, para a distribuição do material aos silos quentes. Para agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 %, deve-se retirar amostras dos agregados, após a secagem e antes da descarga no misturador, para determinação de umidade, que deve ser igual ou inferior a 0,3 %.

O misturador deve ser do tipo pug-mill, com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis, ajustáveis e removíveis, devendo possuir dispositivos de descarga de fundo ajustável, controlador do ciclo completo da mistura e ser capaz de produzir uma mistura uniforme. Em caso de agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 %, deve-se observar o Anexo C e coletar amostras da mistura pronta, para determinação de umidade, que deve ser igual ou inferior a 0,3 %.

A usina deve ser provida de um alimentador de material de enchimento, com controle por massa, e um filtro coletor de pó. A cal hidratada, quando utilizada, deve ser adicionada aos agregados no misturador, na zona de mistura seca. O sistema de coleta do pó deve ser comprovadamente eficiente, a fim de minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deve ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador.

Termômetros com proteção metálica, com escala de 90 °C a 210 °C e precisão de ± 1 °C, devem ser adequadamente instalados nos silos quentes, no dosador ou na linha de alimentação de CAP (próximo à descarga do misturador) e na mistura final. Além disso, a usina deve ser equipada com um pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos adequados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de ± 5 °C. A temperatura deve ser controlada automaticamente.

O sistema de controle de dosagem deve ser automatizado e sincronizado entre os diferentes tipos de agregados e o CAP, com pesagem individual dos silos e do dosador de massa do CAP. O controle de nível mínimo de cada silo e o processo de controle do fluxo de mistura e descarga (batelada), também devem ser automáticos ou semiautomáticos, com controle, leitura e registro dos pesos, temperaturas, tempos e cargas, sendo indicados em tempo real em display, computador e/ou interface homem máquina (IHM).

A usina deve possuir uma cabine de comando equipada com dispositivos operacionais que permitam controlar e registrar todas as etapas do processo de usinagem. A cabine e os quadros de força devem estar instalados de forma apropriada e com as proteções necessárias.

4.3.4.2 Usina volumétrica (contínua)

Para usinas volumétricas, os silos da subseção 4.3.3 devem ser equipados com pesagem dinâmica em cada silo, de modo a permitir a imediata e automática correção da dosagem dos materiais, a partir da variação de qualquer deles, inclusive do CAP. Os silos devem também ser equipados com cobertura para evitar o aumento de umidade.

O CAP deve ser armazenado em um tanque externo, preferencialmente, com eixo na direção vertical, localizado próximo ao misturador. A pesagem de agregados, material de enchimento e CAP deve ter precisão de 0,5 % a 1,0 %, sendo aferidas com pesos.

Durante o carregamento, não é permitido que os agregados de granulometrias diferentes se misturem, assegurando-se a homogeneidade dos mesmos.

O CAP deve ser injetado na usina por uma bomba instalada próxima à saída de injeção, no máximo a dois metros de distância do misturador. A linha de tubulação que conecta o reservatório à bomba deve ser equipada com proteção térmica. Deve-se instalar uma tubulação de retorno entre a saída de injeção no misturador e o tanque, visando à limpeza da tubulação entre a bomba e a saída de injeção. Recomenda-se que seja realizada a circulação de CAP aquecido pela tubulação de retorno, por pelo menos 15 minutos, antes do início das atividades diárias de produção de concreto asfáltico.

A operação de adição do CAP deve ser realizada com controle de velocidade da bomba e um medidor de vazão mássico (que afere massa por unidade de tempo). Deve existir um sistema de compensação das massas específicas, capaz de ajustar as velocidades dos alimentadores de CAP e agregados, para garantir que o teor de CAP e a composição granulométrica previstos sejam atingidos ao final de cada batelada.

O tambor secador deve ser do tipo contrafluxo de duas zonas (convecção e radiação), com configuração e dimensionamento compatíveis. A descarga do secador deve ser feita diretamente no misturador. Para agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 %, deve-se retirar amostras dos agregados, após a secagem e antes da descarga no misturador, para determinação de umidade, que deve ser igual ou inferior a 0,3 %.

O misturador deve ser externo, do tipo pug-mill, com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis, ajustáveis e removíveis, devendo possuir dispositivos de descarga de fundo ajustável, controlador do ciclo completo da mistura e ser capaz de produzir uma mistura uniforme. Deverá ocorrer, obrigatoriamente a limpeza diária do tambor misturador. Em caso de agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 %, deve-se observar o Anexo C e coletar amostras da mistura pronta, para determinação de umidade, que deve ser igual ou inferior a 0,3 %.

A usina deve ser provida de um alimentador de material de enchimento, com controle por massa, e um filtro coletor de pó. A cal hidratada, quando utilizada, deve ser adicionada aos agregados no misturador, na zona de mistura seca. O sistema de coleta do pó deve ser comprovadamente eficiente, a fim de minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deve ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador.

Termômetros com proteção metálica, com escala de 90 °C a 210 °C e precisão de ± 1 °C, devem ser adequadamente instalados na linha de alimentação de CAP (próximo à descarga do misturador) e na mistura final. Além disso, a usina deve ser equipada com um pirômetro elétrico ou outros instrumentos termométricos adequados, colocados no misturador, com dispositivos para registrar a temperatura do concreto asfáltico, com precisão de ± 5 °C. A temperatura deve ser controlada automaticamente.

O sistema de transporte da mistura asfáltica, do misturador até o silo de massa deve ser composto de elevador de arraste (tipo redler) a fim de levar a mistura (isolada do ambiente externo).

O silo de armazenamento deve estar posicionado a uma altura que permita a manobra de caminhões sob o mesmo e deve armazenar a mistura por período mínimo para a realização da referida manobra. O silo deve apresentar possibilidade de controle do tempo de abertura, evitando assim segregação da mistura por tempo demasiadamente elevado de abertura da comporta. Além do acionamento automático o silo deve apresentar possibilidade de abertura em manual.

É desejável a utilização de silo de armazenamento maior, com capacidade para armazenar a produção de 30 minutos da usina operando em sua capacidade mínima. Tais silos devem ter sistema de aquecimento para permitir o armazenamento da mistura por até 24 horas. Esse sistema de aquecimento pode ser por meio de óleo térmico ou resistências elétricas.

O sistema de controle de dosagem deve ser automatizado e sincronizado entre os diferentes tipos de agregados e o CAP, com pesagem individual dos silos, leitura e registro de pesos, temperaturas, tempos e cargas, sendo indicados em tempo real em display, computador e/ou interface homem máquina (IHM). O controle do nível mínimo de cada silo e o processo de controle do fluxo de mistura e descarga (batelada) também devem ser automáticos ou semiautomáticos.

A usina deve possuir uma cabine de comando equipada com dispositivos operacionais que permitam controlar e registrar todas as etapas do processo de usinagem. A cabine e os quadros de força devem estar instalados de forma apropriada e com as proteções necessárias.

4.3.5 Caminhões para transporte do concreto asfáltico

Os caminhões para o transporte do concreto asfáltico devem ser do tipo basculantes e ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico ou solução de cal hidratada (3:1), de modo a evitar a aderência do concreto asfáltico à caçamba. Não é permitida a utilização de produtos capazes de dissolver o CAP, tais como óleo diesel, gasolina, etc.

Recomenda-se que as caçambas possuam um furo na lateral (\varnothing 6,3 mm), para facilitar e agilizar a verificação da temperatura da massa.

As caçambas dos veículos devem ser cobertas com lona impermeável, com tamanho suficiente para sobrepassar a caçamba nas laterais e na traseira. A lona deve estar bem fixada na dianteira para impedir a entrada de ar, água ou poeira entre a cobertura e o concreto asfáltico, protegendo a mistura de contaminação e evitando a perda de temperatura ou a queda de partículas durante todo o trajeto.

Recomenda-se a utilização de caminhão com caçamba térmica ou lonas térmicas para o transporte da mistura em serviços descontínuos, especialmente em obras de conservação rodoviária, de forma a manter a temperatura da massa asfáltica constante.

4.3.6 Equipamento para espalhamento e acabamento

O espalhamento e acabamento devem ser realizados com pavimentadora automotriz (vibroacabadora) sobre esteira, capaz de espalhar e conformar o concreto asfáltico no alinhamento, cotas e abaulamento definidos em projeto.

As vibroacabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim ao longo de toda a largura da mesa (incluindo os prolongamentos), a fim de espalhar o concreto asfáltico sem segregação. Quando for utilizado o prolongamento da mesa, devem ser instaladas extensões das roscas sem fim, para que o término da rosca fique posicionado aproximadamente 20,0 cm antes da lateral da mesa deslizante, de forma a evitar segregação.

Devem possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. Devem ser equipadas, preferencialmente, com sistema de controle de nivelamento eletrônico nos dois lados da mesa, para garantir o nivelamento adequado e colocar o concreto asfáltico exatamente nas faixas da via.

Devem possuir um sistema de pré-compactação, preferencialmente, eletrônico com mesa vibratória, vibradores excêntricos, tamper, alisadores e dispositivos para aquecimento da mesa à temperatura requerida, para evitar que o concreto asfáltico fique aderido prejudicando o acabamento.

4.3.7 Equipamento para compactação

A compactação do concreto asfáltico deve ser efetuada por rolos autopropelidos pneumáticos e metálicos lisos do tipo duplo tandem estático ou vibratório, não sendo permitida a utilização de rolos mistos em serviços de implantação e restauração. Os rolos utilizados devem ser específicos para a compactação de misturas asfálticas. Não é permitida a utilização de rolos compactadores de solos adaptados.

Os rolos pneumáticos devem possuir um peso mínimo de 3 toneladas por roda (contando com o lastro) e devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem uniforme da pressão dos pneus entre

2,5 kgf/cm² e 8,4 kgf/cm² (35 psi a 120 psi) e um dispositivo para monitorar e manter constante a pressão de ar de todos os pneus. Os pneus devem estar em perfeito estado, ter a mesma altura e estar alinhados, para que não deixem marcas na pista.

Os rolos devem possuir sistema de aspersão para aplicação de antiaderente. Nos rolos pneumáticos, deve haver, no mínimo, um bico espargidor por pneu; nos rolos metálicos, deve haver um sistema para cada cilindro. A adição do antiaderente tem que ser suficiente para manter os pneus ou cilindros úmidos, porém, sem escorrimientos. Devem ser adequadamente instalados raspadores para realizar a limpeza individual dos pneus ou cilindros. Os equipamentos de compactação a serem utilizados devem ser aferidos em segmentos experimentais, conforme a subseção 4.4.1, antes de obras de implantação e restauração, para definir o número de coberturas, a pressão dos pneus, a frequência e a amplitude de vibração, a velocidade, entre outros.

Os equipamentos em operação devem ser adequados para compactar o concreto asfáltico, de forma a atingir o grau de compactação especificado, enquanto a mistura se encontrar em condições de trabalhabilidade.

4.3.8 Equipamentos complementares

Para auxiliar o espalhamento e a compactação, devem ser utilizados os equipamentos seguintes:

- a) Placas vibratórias, para a compactação de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) Pás, rastelos metálicos (ancinhos) e rodos metálicos, para operações eventuais.

4.4 Execução

4.4.1 Segmento experimental

O trecho inicial da camada de concreto asfáltico deverá ser utilizado como segmento experimental para realizar as seguintes verificações:

- a) Se a mistura produzida na usina apresenta as características indicadas no projeto, conforme a subseção 4.2.
- b) Se os equipamentos a serem utilizados estão em condições de uso e quantidade adequadas para a execução do serviço.
- c) Definir o processo construtivo (tempo de espera necessário para aplicação da massa, temperatura de início da compactação, velocidade de distribuição da mistura, número de passadas dos rolos, tipos de equipamentos de compactação, etc.) de modo a se obter uma camada íntegra e que atenda aos requisitos desta Norma, conforme a subseção 6.3.
- d) Se as condições de segurança indicadas na subseção 7.3.6 foram atendidas.

O segmento experimental deve ser dimensionado em função da capacidade de produção da usina, com extensão mínima de 200 m, e deve ser executado em conformidade com as subseções 4.4.2 até 4.4.10. Deve também integrar o projeto de engenharia e sua execução deve ser acompanhada por técnicos da empresa contratada e pela fiscalização do DNIT.

Havendo rejeição da mistura, dos equipamentos ou do processo construtivo, os ajustes necessários devem ser realizados, e o segmento deve ser refeito, em um processo iterativo, às custas da empresa executante, até que os parâmetros em análise estejam adequados.

Quando as verificações e controles realizados no trecho experimental comprovarem o atendimento a esta Norma e ao projeto, a fiscalização do DNIT deve emitir um relatório de aceitação do segmento experimental, com a descrição do processo construtivo e outras observações pertinentes, para autorizar a continuação dos serviços.

Após a referida aceitação, o segmento experimental fará parte da obra, e os procedimentos adotados deverão ser replicados na execução do serviço restante da respectiva camada da obra.

4.4.2 Preparo da Superfície

A superfície que receberá a camada de concreto asfáltico deve estar seca e limpa, isenta de pó ou outros materiais soltos e substâncias prejudiciais. Eventuais defeitos existentes devem ser reparados previamente à aplicação do concreto asfáltico.

4.4.3 Imprimação e pintura de ligação

A imprimação e/ou pintura de ligação, conforme o caso, deverão ser realizadas de acordo com as normas DNIT 144 – ES, para imprimação, e DNIT 145 – ES ou DNER – ES 395/99 (ou norma do DNIT que venha a substituí-la), para pintura com emulsão convencional ou modificada, respectivamente.

A pintura de ligação e a imprimação devem ser aplicadas, obrigatoriamente, com a barra espargidora, respeitando a taxa de aplicação determinada no segmento experimental (subseção 5.4.1). Somente para correções localizadas ou no caso de aplicações em locais de difícil acesso pode ser utilizada a caneta. Deve-se evitar a sobreposição de aplicações na execução de faixas contíguas transversais e longitudinais.

A pintura e a imprimação devem formar uma película homogênea e ter condições adequadas de aderência para a execução do concreto asfáltico. Caso não ocorra uma condição satisfatória de aderência, uma nova pintura de ligação deverá ser aplicada previamente à distribuição do concreto asfáltico.

Deve-se executar uma pintura de ligação sobre a camada já imprimada ou pintada, antes da execução da camada de revestimento, caso ocorra uma ou mais das seguintes situações: se decorridos mais de sete dias entre a imprimação e a execução do revestimento; caso tenha havido trânsito sobre a superfície previamente imprimada ou pintada; ou se a camada tiver sido recoberta com areia, pó de pedra, etc.

O tráfego de caminhões para início do lançamento do concreto asfáltico sobre a imprimação ou sobre a pintura de ligação só é permitido após a cura do asfalto diluído ou a ruptura da emulsão asfáltica aplicada.

4.4.4 Aquecimento do CAP

As temperaturas do CAP empregado no concreto asfáltico devem ser determinadas em função da relação temperatura-viscosidade, obtida com o ensaio de viscosidade realizado com o viscosímetro Saybolt-Furol (ABNT NBR 14950) ou com o viscosímetro rotacional (ABNT NBR 15184).

Quando utilizado o viscosímetro Saybolt-Furol, a temperatura do CAP para a produção do concreto asfáltico (temperatura de mistura) é aquela na qual a sua viscosidade se situe dentro da faixa de 75 SSF a 95 SSF. A temperatura do CAP para a execução do concreto asfáltico (temperatura de compactação) é aquela na qual a sua viscosidade se situe na faixa de 125 SSF a 155 SSF.

Quando utilizado o viscosímetro rotacional, a temperatura de mistura do CAP é aquela na qual a sua viscosidade se situe dentro da faixa de 0,15 Pa.s a 0,19 Pa.s. A temperatura de compactação do CAP é aquela na qual sua viscosidade se situe dentro da faixa de 0,25 Pa.s a 0,31 Pa.s.

A temperatura do CAP durante a produção e a execução da mistura asfáltica não deve ser inferior a 107 °C, nem superior a 177 °C.

4.4.5 Aquecimento dos agregados

Para a mistura, os agregados devem ser aquecidos de 10 °C a 15 °C acima da temperatura do CAP.

4.4.6 Produção do concreto asfáltico

A produção do concreto asfáltico deve ser efetuada em usinas apropriadas, conforme descrito na subseção 4.3.4. A usina não deve apresentar deficiência no processo de mistura dos materiais ou variações bruscas de temperatura, o que indicaria falta de controle de alimentação ou secador desregulado.

Previamente à colocação dos agregados nos silos frios, esses devem ser homogeneizados com pá-carregadeira. As aberturas dos silos frios devem ser ajustadas de acordo com a granulometria do projeto da mistura e dos agregados para evitar sobras.

A temperatura de usinagem do concreto asfáltico deve ser definida obedecendo o intervalo de viscosidade descrito na subseção 4.4.4. Recomenda-se que, no referido intervalo, a temperatura de usinagem seja a mais elevada possível, visando a otimizar a homogeneização da massa produzida.

A produção na usina só deve iniciar quando todos os equipamentos necessários para transporte, distribuição e compactação estiverem em condições de uso, para evitar atrasos na aplicação da mistura na pista.

4.4.7 Transporte do concreto asfáltico

O concreto asfáltico produzido deve ser transportado da usina ao local de aplicação em caminhões basculantes, conforme especificado em 4.3.5. O carregamento deve ser feito primeiro na parte dianteira, em seguida na parte traseira e, por último, no meio da caçamba. O carregamento deve ser realizado de forma a evitar a segregação do concreto asfáltico dentro da caçamba.

O tempo máximo de permanência do concreto asfáltico no caminhão, até o espalhamento na pista, é aquele que garanta que a temperatura de aplicação da massa asfáltica não será inferior ao limite mínimo estabelecido conforme a subseção 4.4.4. Para agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 %, deve ser observado o Anexo C.

NOTA 3: Sugere-se o uso de um alimentador de mistura asfáltica (shuttle buggy) entre o caminhão e a pavimentadora. O equipamento possui um sistema aquecido com distribuidores helicoidais, sendo responsável pela mistura contínua no material, evitando a segregação.

NOTA 4: Durante a usinagem, o CAP não deve ser aquecido além do limite superior, determinado conforme a subseção 4.4.4, para compensar a distância de transporte.

4.4.8 Distribuição do concreto asfáltico

A distribuição do concreto asfáltico deve ser feita por equipamentos adequados, conforme especificado na subseção 4.3.6. A velocidade da acabadora deve ser selecionada em função da capacidade de

produção da usina, de maneira que esteja continuamente em movimento, sem paralisações para esperar caminhões. Se a distribuição for interrompida por mais de 15 minutos, a acabadora deve ser removida da pista e deve-se dar um novo início à distribuição após a chegada do caminhão.

Antes do início dos trabalhos, a mesa alisadora da acabadora deve ser aquecida, no mínimo, até o limite inferior da faixa de temperaturas de compactação definida na subseção 4.4.4. O sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, não sendo permitido o reaquecimento da massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado.

Na partida da acabadora, devem ser colocadas de duas a três réguas para apoiar a mesa, com altura igual à espessura da camada mais o empolamento previsto.

A descarga do material da vibroacabadora deve ser contínua, mantendo-se sempre o reservatório parcialmente cheio. O caminhão deve ser empurrado pela acabadora, não sendo permitidos choques ou travamento dos pneus durante a operação. A vibroacabadora deve ser abastecida exclusivamente com o material da caçamba, não sendo permitido, entre as recargas, bascular o material retido nas abas. Esse material deve ser retirado e descartado após o final de cada turno de serviço.

O concreto asfáltico distribuído deve apresentar textura uniforme, sem pontos segregados. Caso se observe, durante o espalhamento, irregularidades na superfície da camada, como segregações, ondulações transversais, marcas longitudinais ou outros resultados de má operação da vibroacabadora, o serviço deve ser paralisado até a correção desses pontos e a verificação da máquina. As correções devem ser realizadas antes do início da compactação, pela adição manual de concreto asfáltico, com espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

As correções no espalhamento do concreto asfáltico devem ser minimizadas, pois o excesso de reparos manuais compromete a qualidade do serviço. Caso as irregularidades observadas sejam muito frequentes, a acabadora deve ser ajustada ou substituída.

4.4.9 Compactação

A rolagem deve ser iniciada imediatamente após a distribuição do concreto asfáltico. A faixa de temperaturas para a rolagem deve ser definida obedecendo o intervalo de viscosidade descrito na subseção 4.4.4. Recomenda-se que, no referido intervalo, a temperatura de rolagem seja a mais elevada possível, para otimizar a densificação da massa aplicada.

A compactação deve ser iniciada, preferencialmente, com uma passada do rolo duplo tandem (estático ou vibratório), para acomodar a mistura aplicada e evitar a formação de marcas com a passagem do rolo de pneus. Em seguida, inicia-se a compactação com os rolos pneumáticos, com pressão constante. Ao concluir a compactação com o rolo de pneus, finaliza-se com a compactação com o rolo duplo tandem (estático ou vibratório), para fazer o acabamento do revestimento asfáltico.

A determinação do tipo de rolo metálico para iniciar e finalizar a compactação, da sequência e dos tipos de rolos, bem como a pressão necessária dos pneus do rolo pneumático, deve ser feita no trecho experimental, conforme a subseção 4.4.1.

A compactação deve ser realizada na direção longitudinal da pista, iniciando pelas bordas e continuando em direção ao eixo da pista. Nos trechos de curva, de acordo com a superelevação, a compactação deve começar sempre do ponto mais baixo para o ponto mais alto. Cada passada do rolo deve ser recoberta pela seguinte, em pelo menos, metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem deve perdurar até o momento em que seja atingido o grau de compactação especificado.

Os pneus dos rolos pneumáticos ou os cilindros metálicos dos rolos lisos devem ser mantidos umedecidos, a fim de evitar a aderência ao concreto asfáltico, conforme descrito na subseção 4.3.7. Deve-se evitar o umedecimento excessivo para não causar o resfriamento da mistura.

Durante a rolagem, não são permitidas mudanças de direção, inversões bruscas da marcha, nem o estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado.

4.4.10 Juntas

As juntas transversais e longitudinais devem ser executadas de forma a assegurar condições adequadas de acabamento, de modo que não haja irregularidades nas emendas.

Em rodovias de pista dupla, é recomendado o uso de duas vibroacabadoras, para que os revestimentos das pistas adjacentes sejam executados simultaneamente, tanto nas faixas da pista quanto nos acostamentos.

Em rodovias em operação, devem ser evitados degraus longitudinais muito extensos, sendo permitido no máximo o equivalente a uma jornada de trabalho. Na jornada de trabalho seguinte, a aplicação do concreto asfáltico deve começar no início do degrau remanescente da jornada de trabalho anterior.

No reinício dos trabalhos, a compactação da emenda transversal deve ser realizada com o rolo na direção perpendicular ao eixo da via, posicionando um terço do rolo sobre o pano já compactado e os outros dois terços sobre a massa recém-aplicada. A emenda transversal deve ser sempre reta.

4.4.11 Abertura ao tráfego

Os revestimentos recém-acabados devem ser mantidos sem tráfego até que a temperatura da mistura, medida com um termômetro a laser, esteja abaixo da temperatura do ponto de amolecimento do CAP.

5 Condicionantes ambientais

Devem ser observadas e adotadas as soluções e os procedimentos relacionados ao tema ambiental, especificados nas normas vigentes do DNIT, especialmente a norma DNIT 070 – PRO, e também na documentação técnica vinculada à execução das obras. Essa documentação compreende o Componente Ambiental do Projeto de Engenharia, os estudos, os planos e as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

Para execução do concreto asfáltico são necessários trabalhos envolvendo a utilização de CAP e agregados, além da instalação de usina misturadora. Os cuidados observados para fins de preservação do meio ambiente abrangem a produção, a estocagem e a aplicação de agregados, a estocagem e a aplicação de CAP, assim como a operação da usina. Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária.

5.1 Agregados

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

- a) A exploração da pedreira e do areal deve ser planejada adequadamente, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração, possibilitando a recuperação ambiental da área após o término das atividades exploratórias.
- b) Somente é permitida a exploração de pedreira/areal ou a implantação de instalações de britagem em áreas que possuam licença ambiental aprovada.
- c) Construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra que eventualmente seja produzido em excesso ou provenientes de lavagem de brita, evitando o seu carreamento para cursos d'água.
- d) Caso seja necessário promover o corte de árvores, deve-se obter autorização dos órgãos ambientais competentes. Os serviços devem ser executados em concordância com os critérios estipulados por esses órgãos, presentes nos documentos de autorização.
- e) Em hipótese alguma será admitida a queima de vegetação.
- f) Caso sejam utilizadas instalações comerciais, os materiais somente serão aceitos após a empresa executante apresentar documentação que ateste, junto aos órgãos ambientais competentes, a regularidade das instalações e das operações.
- g) As cópias de todos os documentos de regularização ambiental devem ser arquivadas junto ao Livro de Ocorrências da Obra, bem como outras licenças exigíveis.
- h) Seguir as recomendações constantes da Norma DNIT 105 – ES para os caminhos de serviço.

5.2 Cimento asfáltico

Os tanques de CAP devem ser instalados em locais afastados de cursos d'água e sem restrições ambientais.

É vedado o descarte de refugos dos materiais usados na faixa de domínio e em áreas onde possam causar prejuízos ambientais.

5.3 Procedimentos em usina

As operações em usinas a quente englobam:

- a) Transporte, estocagem, peneiramento e dosagem de agregados (frios e quentes) e material de enchimento.
- b) Transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e de CAP.

Os agentes e fontes poluidoras compreendem os itens indicados na Tabela 6.

Considera-se como emissões fugitivas quaisquer lançamentos ao meio ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetado para corrigir ou controlar seu fluxo.

Em função dos agentes da Tabela 6, devem ser obedecidas as subseções 5.4 e 5.5.

Tabela 6 – Fontes poluidoras

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, 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 CAP: hidrocarbonetos. Aquecimento de CAP: hidrocarbonetos. Tanques de estocagem de óleo combustível e de CAP: hidrocarbonetos.
III. Emissões fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, áreas de peneiramento, pesagem e mistura.

5.4 Instalação

As usinas de asfalto a quente devem ser instaladas em locais previamente autorizados pelos órgãos ambientais responsáveis. As bases das chaminés das usinas não podem ser posicionadas a uma distância inferior a 200 m de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversões e outras construções comunitárias.

No projeto executivo, devem ser definidas áreas para as instalações industriais, de modo a gerar o menor impacto possível ao meio ambiente.

É responsabilidade da empresa executante a obtenção da licença de instalação/operação junto aos órgãos ambientais competentes, assim como a manutenção das condições de funcionamento da usina dentro do prescrito nesta Norma.

5.5 Operação

Devem ser instalados sistemas de controle de poluição do ar, constituídos por ciclones e filtro de mangas ou por equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislação. As chaminés devem possuir instalações adequadas para realização de medições.

Junto com o projeto, para obtenção de licença, devem ser apresentados os resultados de medições em chaminés que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto de atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental.

Os silos de estocagem de agregados frios devem ser dotados de proteções laterais e cobertura, para evitar dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento. A correia transportadora de agregados frios deve ser enclausurada.

Devem ser adotados procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera. Enquanto a usina estiver em operação, deve-se manter pressão negativa no secador rotativo, para evitar emissões de partículas na entrada e na saída.

O misturador, os silos de agregados quentes e as peneiras classificatórias devem ser dotadas de sistema de controle de poluição do ar, para evitar emissões de vapores e partículas para a atmosfera.

Os silos de estocagem de concreto asfáltico devem ser fechados. Os silos de estocagem de material de enchimento devem possuir sistema próprio de filtragem a seco.

As vias de acesso internas da usina devem ser mantidas de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20 % de opacidade. Essa manutenção pode incluir diferentes métodos, como pavimentação com revestimento asfáltico, utilização de material britado, fresado, calçado, umedecido, entre outros, visando garantir a conformidade e praticabilidade do limite de opacidade estabelecido.

Devem ser adotados 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.

Os sistemas de controle de poluição do ar devem ser acionados antes dos equipamentos de processo. Os equipamentos de processo e de controle devem ser mantidos em boas condições de funcionamento.

Recomenda-se que o óleo combustível seja substituído por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e barreiras vegetais devem ser instaladas no local, quando possível.

A área afetada pelas operações de construção/execução deve ser recuperada imediatamente após a remoção da usina, dos depósitos e da limpeza do canteiro de obras.

6 Inspeções

6.1 Controle dos insumos

Os materiais utilizados na produção de Concreto Asfáltico devem ser examinados na fase de dosagem para atender a todas as especificações apresentadas na Seção 4, conforme as normas indicadas pelo DNIT. Caso alguma especificação não seja atendida, o insumo em questão não deve ser aceito. Em campo, os insumos devem ser rotineiramente examinados no laboratório do canteiro de obras, realizando os ensaios especificados a seguir.

6.1.1 Cimento asfáltico

O controle da qualidade do CAP em obra deve ser feito pelos ensaios seguintes, para todo carregamento que chegar à obra:

- a) 01 ensaio de penetração a 25 °C (DNIT 155 – ME).
- b) 01 ensaio de ponto de amolecimento (DNIT 131 – ME).
- c) 01 ensaio de ponto de fulgor (DNER – ME 148/94 ou norma DNIT que venha a substituí-la).
- d) 01 verificação de formação de espuma, quando o CAP é aquecido a 175 °C.
- e) 01 ensaio de viscosidade com viscosímetro “SayboltFurol” (ABNT NBR 14950) ou viscosímetro rotacional (ABNT NBR 15184), a diferentes temperaturas, para verificação da curva viscosidade x temperatura.
- f) 01 determinação do índice de susceptibilidade térmica (DNIT 095 – EM).
- g) Outros ensaios, quando indicados no projeto de pavimentação, na frequência especificada.

6.1.2 Agregados

O controle da qualidade dos agregados em obra deve ser feito pelos seguintes ensaios:

- a) 01 ensaio de granulometria com cada fração de agregado a cada 4 horas de produção (DNIT 412 – ME).
- b) 01 ensaio de granulometria do material de enchimento a cada dia de produção (DNIT 418 – EM).
- c) 01 ensaio de granulometria da mistura de agregados a cada 4 horas de produção (DNIT 412 – ME), com amostras coletadas no tambor secador, para verificar e, se necessário, realizar os ajustes necessários para atender à composição granulométrica de projeto.
- d) 01 determinação de umidade da mistura de agregados a cada dia de produção (DNER – ME 196/98 ou norma DNIT que venha a substituí-la), com agregados coletados após a secagem.
- e) 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo a cada semana de produção (DNIT 450 – ME).
- f) Outros ensaios de rotina, quando especificados no projeto de dosagem ou no dimensionamento, na frequência especificada.

6.2 Controle da usinagem do concreto asfáltico

O controle da produção do concreto asfáltico deve ser acompanhado por ensaios de laboratório, que devem seguir as metodologias indicadas pelo DNIT e atender aos parâmetros especificados nesta Norma. Caso alguma especificação não seja atendida, os ajustes e ações corretivas necessários devem ser executados imediatamente após a constatação da não conformidade.

No caso de ocorrerem situações que justifiquem mais de uma ação corretiva e/ou ajuste, devem-se priorizar as ações mais severas. A interrupção da produção tem prioridade sobre todas as outras ações corretivas. Caso ela seja necessária, mas não tenha ocorrido, todo o concreto asfáltico produzido a partir daquele momento deverá ser rejeitado. Somente após a realização dos ajustes necessários e todos os critérios desta Especificação terem sido atendidos, a produção poderá ser retomada.

Todas as ações corretivas necessárias durante a produção do concreto asfáltico devem ser baseadas em resultados de ensaios e devem ser tomadas imediatamente após a obtenção dos mesmos. Todas as ações corretivas devem ser documentadas.

6.2.1 Controle de temperatura

Devem ser efetuadas medidas de temperatura em cada um dos materiais, conforme descritos a seguir:

- a) Nos agregados, antes de entrar no misturador, pelo menos, a cada 4 horas de produção, preferencialmente, no início de cada turno de trabalho.
- b) No CAP, antes de entrar no misturador da usina, pelo menos, a cada 4 horas de produção, preferencialmente, no início de cada turno de trabalho.
- c) No concreto asfáltico, em cada caminhão carregado, no momento da saída da usina.
- d) No concreto asfáltico, em cada caminhão carregado, no momento do espalhamento da mistura.

As temperaturas podem apresentar pequenas variações na usinagem e na compactação, desde que sejam respeitadas as faixas de viscosidade da subseção 4.4.4.

6.2.2 Controle da quantidade de CAP no concreto asfáltico

Deve ser efetuada, no mínimo, uma determinação de teor de CAP a cada 4 horas de produção de concreto asfáltico (DNER – ME 053/94 ou norma DNIT que venha a substituí-la, DNIT 158 – ME, ou ASTM D 6307), sempre na primeira das 4 horas, em amostras coletadas logo após a usinagem, respeitando o tempo de condicionamento, conforme o Anexo C.

O equipamento utilizado para extração do CAP deve ser calibrado para cada concreto asfáltico utilizado, durante o procedimento de dosagem. Essa calibração deve ser feita com os teores de CAP utilizados na dosagem, realizando pelo menos duas extrações para cada teor. A função de calibração deve ser aferida com a produção da usina e utilizada para corrigir o teor de ligante determinado.

A porcentagem de CAP no concreto asfáltico deve respeitar os limites estabelecidos no projeto de dosagem, não devendo apresentar variação superior a $\pm 0,3$ % do teor de projeto estabelecido, desde que atendidos os parâmetros volumétricos indicados nas Tabelas 4 e 5.

6.2.3 Controle da graduação da mistura de agregados

Deve ser realizado o ensaio de granulometria (DNIT 412 – ME) da mistura dos agregados resultantes das extrações de CAP citadas na subseção 6.2.2. A curva granulométrica deve manter-se contínua e consistente com a curva de projeto e enquadrar-se dentro da faixa de trabalho, construída com as tolerâncias da Tabela 3, conforme a subseção 4.2. Durante a calibração citada na subseção 6.2.2, deve-se avaliar a possibilidade de perda de finos no processo de extração.

A produção do concreto asfáltico deve ser interrompida imediatamente e a granulometria deve ser corrigida quando o percentual passante em qualquer uma das peneiras extrapolar os limites da faixa de trabalho. Em caso de interrupção, a produção só deve ser retomada após um processo de verificação completo ter sido executado e aprovado, com as devidas correções.

6.2.4 Controle das características do concreto asfáltico

O controle da qualidade do concreto asfáltico deve ser feito pelos ensaios listados a seguir, realizados com material solto coletado diretamente da acabadora, para contabilizar o efeito do envelhecimento de curto prazo. A quantidade de material coletado deve ser compatível com as quantidades especificadas em cada uma das normas relacionadas abaixo:

- 01 ensaio de densidade máxima medida (DNIT 427 – ME) a cada 4 horas de trabalho;
- 01 determinação de umidade da mistura usinada para cada dia de produção, realizada em estufa a 105 °C, até a constância de massa;
- 01 ensaio de resistência à tração por compressão diametral a 25 °C (DNIT 136 – ME), para cada dia de produção, preferencialmente, nas primeiras horas de trabalho (os CPs produzidos devem ser compactados conforme a norma DNIT 178 – PRO);
- 01 ensaio de dano por umidade induzida (DNIT 180 – ME), para cada 5 dias de produção, preferencialmente, no primeiro dos 5 dias.

NOTA 5: Para agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 %, deve-se observar o Anexo C.

6.3 Controle da execução

O controle da execução da camada de Concreto Asfáltico deve ser exercido mediante a realização de ensaios e medições feitas em locais selecionados de maneira aleatória. O número de amostras e de determinações a serem realizadas e suas respectivas localizações devem ser definidos no Plano de Amostragem Variável, elaborado conforme a subseção 7.4 e a norma DNIT 013 – PRO.

Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios:

6.3.1 Espalhamento e compactação na pista

Devem ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento, para cada carregamento de mistura, imediatamente antes de iniciar a compactação. Essas temperaturas não devem apresentar variações superiores a ± 5 °C, em relação à indicada em projeto. A temperatura da massa, no decorrer da rolagem, deve propiciar adequadas condições de compressão, de forma a atingir o grau de compactação previsto. Devem ser evitadas temperaturas inferiores a 145 °C.

O grau de compactação (GC) do concreto asfáltico executado deve ser calculado pela equação seguinte:

$$GC = \frac{G_{mbc}}{G_{mbl}} \times 100\% \quad (1)$$

Onde:

GC é o grau de compactação, expresso em porcentagem (%);

G_{mbc} é a densidade relativa aparente medida em campo, adimensional;

G_{mbl} é a densidade relativa aparente determinada na dosagem do concreto asfáltico, adimensional.

As determinações de densidade relativa aparente na pista podem ser feitas com uso do densímetro não nuclear (DNIT 431 – ME), calibrado para o concreto asfáltico em questão, ou conforme a norma DNIT 428 – ME, a partir de corpos de prova extraídos do concreto asfáltico compactado na pista, por meio de sondas rotativas (ASTM D5361). As determinações ou extrações devem ser feitas após o completo resfriamento da massa compactada.

Deve ser realizada, no mínimo, uma determinação a cada 100 metros de concreto asfáltico compactado, em locais escolhidos aleatoriamente. Não são permitidos valores de GC inferiores a 97 % ou superiores a 100 %, aplicando o controle estatístico bilateral, conforme a subseção 7.5.

6.3.2 Espessura da camada

A espessura da camada compactada deve ser medida em corpos de prova extraídos da pista (ASTM D5361), no mínimo, a cada 100 m, admitindo-se uma variação de ± 5 % em relação às espessuras de projeto. O controle estatístico bilateral deve ser aplicado, conforme a subseção 7.5.

As mesmas amostras extraídas para a determinação da espessura podem ser usadas para determinar a densidade relativa aparente.

6.3.3 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. O controle estatístico bilateral deve ser aplicado conforme a subseção 7.5.

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. O controle estatístico bilateral deve ser aplicado conforme a subseção 7.5.

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. O controle estatístico unilateral deve ser aplicado conforme a subseção 7.5.

6.3.4 Controle construtivo por deflexão

Deverá ser realizado o controle construtivo por deflexão, para verificar o atendimento aos valores previstos, quando definidos em contrato ou no projeto de dimensionamento. As deflexões podem ser medidas com a Viga Benkelman (DNIT 133 – ME) ou com o FWD (DNER – PRO 273/96 ou norma DNIT que venha a substituí-la).

A deflexão máxima ($D0$) deve ser determinada, no mínimo, a cada 20 m por faixa alternada e a cada 40 m na mesma faixa. A bacia deflectométrica deve ser determinada, no mínimo, a cada 100 m por faixa alternada e a cada 200 m na mesma faixa. O controle estatístico unilateral deve ser aplicado conforme a subseção 7.5.

NOTA 6: O equipamento empregado na medição das deflexões deve ser o indicado em projeto.

NOTA 7: Caso o controle de deflexão não tenha sido previsto nos contratos de conservação, a aplicação desta subseção poderá ser dispensada, se autorizada pela fiscalização.

6.3.5 Acabamento da superfície

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. O controle estatístico bilateral deve ser aplicado conforme a subseção 7.5.

O acabamento longitudinal da superfície do revestimento deve ser verificado com perfilômetro inercial (DNIT 442 – PRO) ou com outro dispositivo equivalente para esta finalidade, devidamente calibrado.

Para pavimentos novos, o International Roughness Index (IRI) deve apresentar valor inferior ou igual a 2,0 m/m (Quociente de Irregularidade – $QI \leq 26$ contagens/km). Para obras de restauração, o IRI deve apresentar valor inferior ou igual a 2,4 m/m ($QI \leq 31$ contagens/km). O IRI deve ser determinado a cada 200 m e/ou em segmentos indicados pela fiscalização.

Se os valores de IRI forem superiores aos limites especificados, os trabalhos devem ser suspensos e só reiniciados após a realização das ações corretivas pela empresa executante. Os trechos corrigidos devem ser novamente avaliados para garantir o atendimento às condições de rolamento e à uniformidade em relação ao trecho contíguo não corrigido. Os trabalhos corretivos devem ser concluídos antes da determinação da espessura da camada acabada. Todos os trabalhos corretivos devem ser feitos às expensas da executante.

Os levantamentos de IRI e os trabalhos corretivos durante a execução não eliminam a necessidade de realização do levantamento para o recebimento de obra.

6.3.6 Condições de segurança

As condições de segurança da camada de rolamento do pavimento devem ser definidas em projeto, seguindo as recomendações do Anexo D.

A camada de revestimento de concreto asfáltico acabado deve ser avaliada quanto às condições de segurança pelos ensaios seguintes:

- a) Macrotextura: altura da mancha de areia (ABNT NBR 16504), definida em projeto conforme o Anexo D.
- b) Microtextura: valor de resistência à derrapagem (VDR) ≥ 47 , medido com o Pêndulo Britânico (ABNT NBR 16780).

Opcionalmente, a resistência à derrapagem pode ser avaliada por meio do International Friction Index (IFI), conforme a Norma ASTM E 1960-07, cujos valores mínimos são:

- a) IFI (F60) $\geq 0,22$, para pavimentos novos;
- b) IFI (F60) $\geq 0,15$, para pavimentos restaurados.

Os ensaios de controle de segurança devem ser realizados, no mínimo, a cada 300 m. O Controle unilateral deve ser aplicado conforme a subseção 6.5.

6.4 Plano de amostragem – Controle tecnológico

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da execução devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem, previamente apresentado pela empresa executante e aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER – PRO 277/97 (ou norma DNIT que venha a substituí-la). O tamanho das amostras deve ser documentado e previamente informado à Fiscalização.

6.5 Condições de conformidade e não conformidade

Todos os ensaios de controle dos insumos e da usinagem devem cumprir as Condições Gerais e Específicas desta Norma. Os ensaios de controle da execução devem ser realizados de acordo com o Plano de Amostragem e estar de acordo com os critérios descritos a seguir.

Quando especificado um valor mínimo e/ou máximo a ser(em) atingido(s), devem ser verificadas as seguintes condições:

- a) Condições de conformidade:

$$\begin{aligned} \bar{X} - ks &\geq \text{valor mínimo especificado;} \\ \bar{X} + ks &\leq \text{valor máximo especificado.} \end{aligned}$$

- b) Condições de não conformidade:

- a) $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado;}$
- b) $\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado.}$

c)

- d) Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (4)$$

e)

- f) Onde:

g)

- h) x_i são os valores individuais;

- i) \bar{X} é a média aritmética da amostra;

- j) S é o desvio padrão da amostra;

- k) k é o coeficiente obtido em função do número de determinações, conforme a Tabela A1 do Anexo A;

- l) n é o número de determinações (tamanho da amostra).

m)

- n) Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, de acordo com a norma DNIT 011 – PRO a qual estabelece que sejam tomadas providências para tratamento das “não conformidades”.

- o) Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta Norma. Os serviços não conformes (ou rejeitados) deverão ser refeitos.

p)

q) **7 Critérios de medição**

r)

s) Os serviços considerados conformes devem ser medidos de acordo com os critérios estabelecidos no Edital de Licitação dos serviços ou, na falta destes critérios, de acordo com as seguintes disposições gerais:

a) O concreto asfáltico deve ser medido em toneladas de mistura efetivamente aplicada na pista. Não serão motivos de medição em separado: mão de obra, materiais (exceto CAP), transporte do concreto asfáltico da usina à pista, equipamentos e encargos, devendo estes serem incluídos na composição do preço unitário.

t)

u) b) A quantidade de CAP aplicada deve ser obtida pela média aritmética dos valores medidos na usina, em toneladas.

v)

w) c) O transporte do CAP efetivamente aplicado deve ser medido com base na distância entre a refinaria e o canteiro de serviço.

x)

y) d) Não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto.

z)

aa) e) Nenhuma medição deve ser processada se, junto a ela, não estiver anexado um relatório de controle da qualidade, contendo os resultados dos ensaios e as determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado

bb)

cc)

_____/Anexo A

dd)

ee)

Anexo A (Normativo) – Amostragem Variável**Tabela A1 – Amostragem Variável**

<i>n</i>	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	21
<i>k</i>	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	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	0,13	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 empresa executante

ff)

gg)

hh)

ii)

jj)

kk)

_____/Anexo B

ll)

mm)

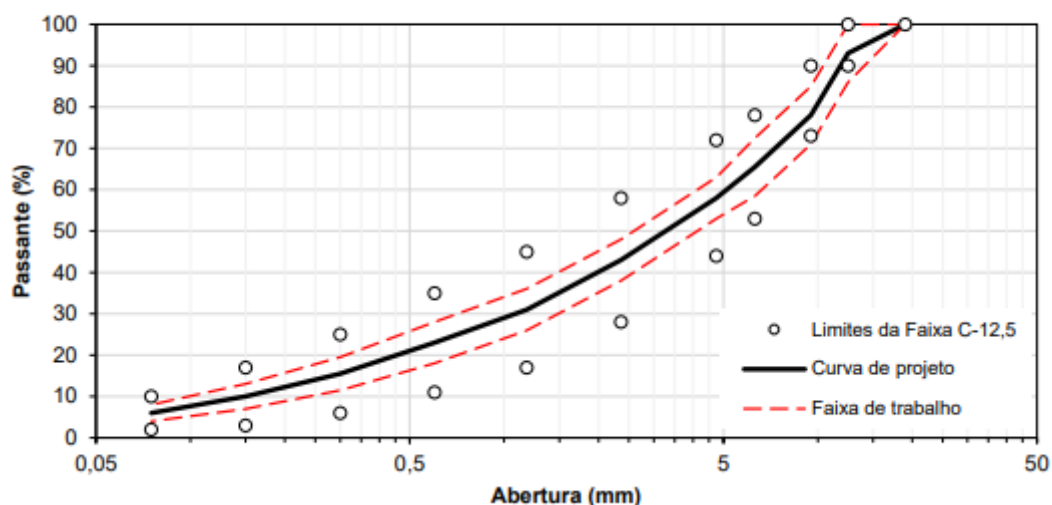
nn)

oo)

pp)

qq)

Anexo B (Normativo) – Tolerâncias da granulometria



rr)

Figura B1 – Exemplo de faixa de trabalho para uma curva granulométrica da faixa C-12,5 A

Figura B1 apresenta um exemplo de curva granulométrica de projeto enquadrada na faixa C-12,5, com a sua faixa de trabalho. Nesse exemplo, observa-se que os limites inferiores da faixa de trabalho extrapolam os limites inferiores da Faixa C-12,5 nas peneiras de 9,5 mm e 12,5 mm, conforme detalhado na Figura B2. Importante ressaltar que, para a faixa C-12,5, não deve haver material retido na peneira de 19 mm. Portanto, não há tolerâncias para essa peneira.

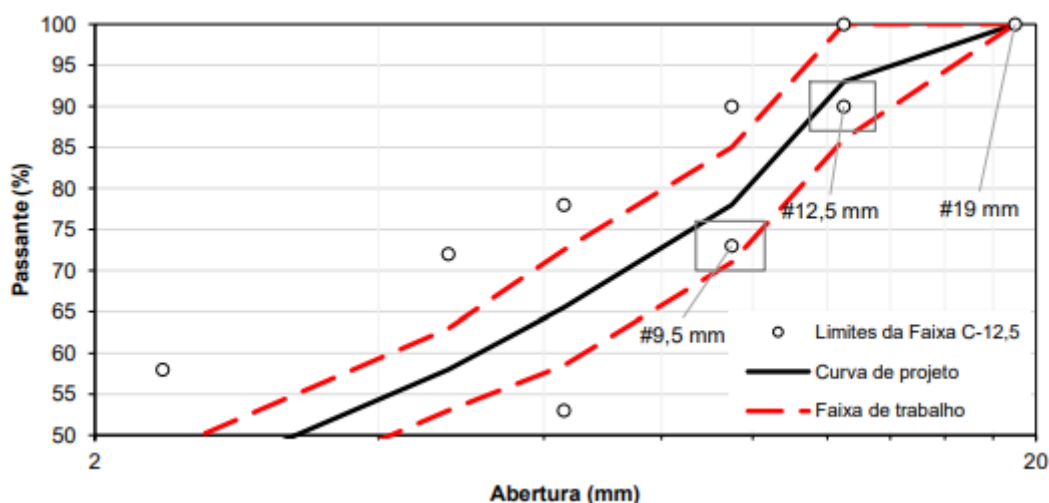


Figura B2 – Detalhe das peneiras cujos limites de tolerância extrapolam a faixa granulométrica escolhida Conforme especificado na subseção 5.2, a faixa de trabalho da curva granulométrica não deve extrapolar os limites da faixa granulométrica selecionada. Quando isso ocorrer, os percentuais das peneiras que extrapolarem a faixa devem ser ajustados, fazendo com que os limites da faixa de trabalho coincidam com os limites da faixa selecionada, conforme a Figura B3.

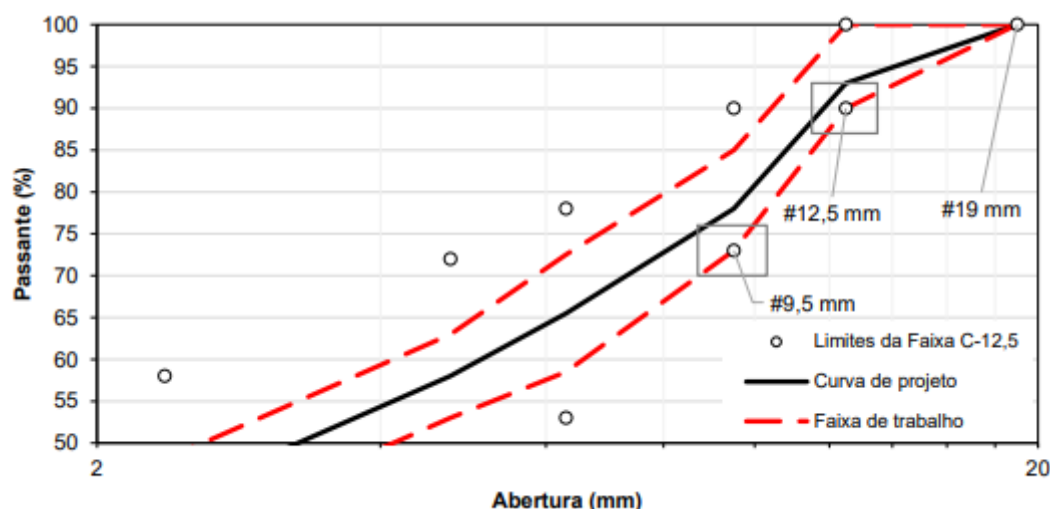


Figura B3 – Detalhe das peneiras com limites de tolerância corrigidos

Nas peneiras onde ocorrer extrapolação da faixa granulométrica selecionada, deve-se ajustar apenas os limites que extrapolarem a faixa. Desta forma, no ajuste da Figura B3, apenas os limites inferiores das peneiras de 9,5 mm e 12,5 mm foram alterados, mantendo-se inalterados os limites superiores iniciais.

_____/Anexo C

Anexo C (Normativo) – Absorção dos agregados

Para projetar e produzir misturas asfálticas, é essencial compreender e considerar a absorção dos agregados, pois essa propriedade influencia diretamente a quantidade de ligante asfáltico necessária para a mistura. Durante a dosagem, deve-se adicionar uma quantidade de ligante asfáltico que seja suficiente para preencher os poros permeáveis dos agregados e revestir todas partículas, tornando-as impermeáveis à água e reduzindo os vazios de ar interconectados na mistura após a compactação. Por esse motivo, é importante considerar a absorção dos agregados, pois o ligante que preencher os poros permeáveis não estará disponível para recobrir as partículas do agregado.

Além de influenciar a quantidade de ligante, a absorção dos agregados também pode impactar o cálculo dos parâmetros volumétricos da mistura, especialmente os valores de G_{mm} , que são calculados considerando o volume de ligante asfáltico absorvido pelo agregado, conforme a norma DNIT 427 – ME. Esse impacto no cálculo do G_{mm} depende não apenas do nível de absorção, mas também do tempo de condicionamento antes da realização do ensaio. A Figura C1 ilustra como a absorção dos agregados e o tempo de condicionamento podem afetar significativamente a determinação de G_{mm} .

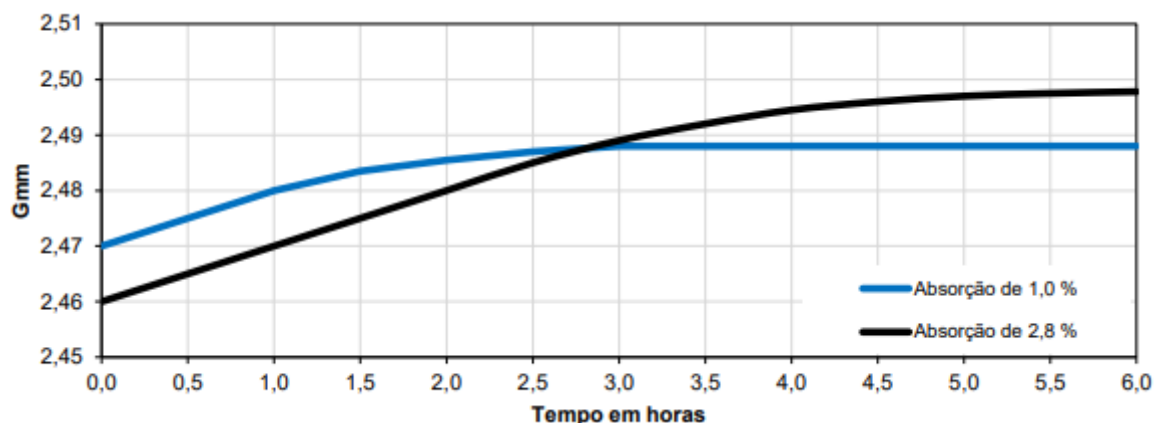


Figura C1 – Variação do *Gmm* em função do tempo de condicionamento e da absorção

Fonte: Adaptado do AI MS-2

As especificações nacionais (DNIT 427 – ME e DNIT 178 – PRO) e internacionais (AASHTO R 30 e AASHTO T 209) recomendam que as amostras de mistura asfáltica sejam condicionadas por duas horas na temperatura de compactação, antes da moldagem dos corpos de prova, da aplicação no campo ou do resfriamento para a determinação do *Gmm*. No entanto, como ilustrado na Figura C1, para agregados com absorção acima de 2,0 %, esse tempo de condicionamento pode não ser suficiente. Desta forma, a utilização de agregados com absorção entre 2,0 % e 3,0 % será admitida desde que:

- Para determinar o tempo de condicionamento da mistura pronta para os procedimentos dosagem e realização de todos os ensaios, deve-se avaliar a variação de *Gmm*, conforme Figura C1, até que a mesma apresente tendência de estabilização, sendo o tempo mínimo de duas horas.
- Para a produção do concreto asfáltico em obra, recomenda-se que o tempo total entre a produção da mistura e sua aplicação na pista seja definido conforme a alínea anterior, garantindo a completa absorção do ligante pelos agregados e evitando o espelhamento da mistura após a compactação.

/Anexo D

Anexo D (Normativo) – Textura superficial

A aderência entre os pneus e o pavimento é fundamental para a segurança dos motoristas em situações de emergência. Essa aderência depende diretamente da textura superficial da camada de rolamento, que pode ser dividida em microtextura e macrotextura. A microtextura está relacionada à aspereza da superfície do agregado mineral, sendo crucial para a aderência a baixas velocidades e para romper o filme de água no contato direto entre o pneu e o pavimento. Por outro lado, a macrotextura está relacionada às protuberâncias superficiais geradas pelos agregados e pelos vazios da mistura, sendo importante para a aderência em altas velocidades e para drenar a água da superfície do pavimento.

As Tabelas D1 e D2 apresentam os limites para classificação de microtextura e macrotextura, respectivamente, com base nos resultados dos ensaios de Pêndulo Britânico (ABNT NBR 16780) e Mancha de Areia (ABNT NBR 16504). Os limites para a classificação da macrotextura, apresentados no Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (Publicação IPR – 720), foram atualizados com base nos trabalhos de Pasquet (1968) e APS (2006).

Tabela D1 – Classes de microtextura pelo método do Pêndulo Britânico

Classes de microtextura	Valor de Resistência à Derrapagem – VDR
1 – Perigosa	< 25
2 – Muito lisa	$25 \leq \text{VDR} < 32$
3 – Lisa	$32 \leq \text{VDR} < 40$
4 – Insuficientemente rugosa	$40 \leq \text{VDR} < 47$
5 – Medianamente rugosa	$47 \leq \text{VDR} < 55$
6 – Rugosa	$55 \leq \text{VDR} < 75$
7 – Muito rugosa	$\text{VDR} \geq 75$

Fonte: Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (Publicação IPR – 720)

Tabela D2 – Classes de macrotextura pelo método da Mancha de Areia

Classes de macrotextura	Altura da Mancha de Areia – HS (mm)	Velocidade diretriz (km/h)
1 – Muito fina	$\text{HS} < 0,20$	Não deve ser utilizado
2 – Fina	$0,20 \leq \text{HS} < 0,40$	Velocidade < 60
3 – Medianamente fina	$0,40 \leq \text{HS} < 0,60$	$60 \leq \text{Velocidade} < 80$
4 – Média	$0,60 \leq \text{HS} < 0,80$	$80 \leq \text{Velocidade} < 100$
5 – Medianamente grossa	$0,80 \leq \text{HS} < 1,00$	$100 \leq \text{Velocidade} < 120$
6 – Grossa	$1,00 \leq \text{HS} < 1,20$	Velocidade ≥ 120
7 – Muito grossa	$\text{HS} \geq 1,20$	Aplicação em casos especiais

Fonte: Adaptado de Pasquet (1968) e APS (2006)

A microtextura é influenciada pelas características do agregado mineral, enquanto a macrotextura depende principalmente da distribuição granulométrica, sendo influenciada diretamente pelo TNM e pela relação entre as quantidades de agregados graúdos e miúdos. Misturas com agregados maiores e uma maior proporção de graúdos tendem a produzir uma superfície com textura superficial mais aberta, aumentando a rugosidade e a área de contato entre o pneu e o pavimento. Por outro lado, misturas com agregados menores e maior proporção de agregados finos resultam em uma superfície mais lisa, com menor macrotextura.

A escolha da granulometria e a concepção da mistura asfáltica são essenciais para garantir uma superfície com macrotextura adequada. Portanto, a macrotextura deve ser considerada na fase de dosagem, com a seleção da curva granulométrica apropriada, para garantir que a mistura aplicada em campo proporcione boa aderência entre os pneus e a superfície do pavimento, principalmente na presença de água, possibilitando um desempenho seguro para os usuários.

Opcionalmente, as avaliações tradicionais de textura podem ser substituídas pela avaliação da resistência à derrapagem, por meio do Índice Internacional de Atrito (IFI), conforme a Norma ASTM E 1960-07. Os limites para classificação do IFI, apresentados na Publicação IPR – 720, também foram atualizados com base em APS (2006), conforme a Tabela D3.

Tabela D3 – Classes de atrito pelo IFI

Classes de atrito	International Friction Index – IFI
1 – Péssimo	$\text{IFI} < 0,06$
2 – Muito ruim	$0,06 \leq \text{IFI} < 0,08$
3 – Ruim	$0,09 \leq \text{IFI} < 0,12$
4 – Regular	$0,12 \leq \text{IFI} < 0,15$
5 – Bom	$0,15 \leq \text{IFI} < 0,22$
6 – Muito bom	$0,22 \leq \text{IFI} < 0,35$
7 – Ótimo	$\text{IFI} \geq 0,35$

Fonte: Adaptado de APS (2006)

Por fim, destaca-se que as condições de textura superficial da camada de rolamento devem ser consideradas na concepção do projeto de pavimentação, de modo a selecionar o tipo de mistura asfáltica mais adequado às características específicas da via a ser construída, com o objetivo de proporcionar sempre o maior nível de segurança possível aos usuários, minimizando riscos de acidentes. Nesse sentido, se os materiais disponíveis não possibilitarem a concepção de um concreto asfáltico que atenda aos requisitos mínimos de segurança, a empresa projetista deve optar por outro tipo de mistura asfáltica para ser aplicada como camada de rolamento.

_____/Anexo E



Anexo E (Normativo) – Ensaios de controle

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	AVALIAÇÃO	CRITÉRIO
1. CONTROLE DOS INSUMOS				
1.1. AGREGADOS				
Densidade individual	DNIT 411 – ME DNIT 413 – ME	Na dosagem	Individual	-
Partículas chatas e alongadas (3:1)	DNIT 429 – ME	Na dosagem	Individual	≤ 25 %
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	Individual	≥ 90 %
Absorção	DNIT 411 – ME DNIT 413 – ME	Na dosagem	Individual	≤ 2,0 % ou 2,0 % a 3,0%
Teor de vazios não compactados	DNIT 415 – ME	Na dosagem	Individual	≥ 45 % ou ≥ 40 %
Los Angeles	DNIT 451 – ME	Na dosagem	Individual	≤ 50 %
Degradação Marshall	DNER – ME 401/99	Na dosagem	Individual	$ID_m \leq 5\%$ $ID_{ml} \leq 8\%$
Durabilidade	DNIT 446 – ME	Na dosagem	Individual	< 12 % ou < 15 %
Adesividade	DNIT 452 – ME	Na dosagem	Individual	Satisfatória
Método Bailey	DNIT 438 – PRO	Na dosagem	Individual	Projeto
Equivalente de areia	DNIT 450 – ME	Semanal	Individual	≥ 55 %
Umidade dos agregados	DNER – ME 196/98	Diária	Individual	< 0,3 %
Granulometria da cal	DNIT 418 – EM	Diária	Individual	-
Granulometria individual	DNIT 412 – ME	Cada 4h	Individual	-
Granulometria da mistura	DNIT 412 – ME	Cada 4h	Individual	Anexo B
1.2. CAP				
MSCR	DNIT 423 – ME	Todo carregamento	Individual	Projeto
LAS	DNIT 439 – ME	Todo carregamento	Individual	Projeto
Ponto de amolecimento	DNIT 131 – ME	Todo carregamento	Individual	DNIT 095 – EM
Penetração	DNIT 155 – ME	Todo carregamento	Individual	
Ponto de fulgor	DNER – ME 148/94	Todo carregamento	Individual	
Formação de espuma	Aquecer a 175 °C	Todo carregamento	Individual	
Susceptibilidade térmica	DNIT 095 – EM	Todo carregamento	Individual	
Curva de viscosidade	ABNT NBR 14950 ABNT NBR 15184	Todo carregamento	Individual	

2. CONTROLE DA USINAGEM				
Parâmetros volumétricos	DNIT 449 – PRO	Na dosagem	Individual	Tabelas 4 e 5
Estabilidade Marshall	DNIT 447 – ME	Na dosagem	Individual	≥ 500
CDI e TDI	DNIT 178 – PRO DNIT 426 – IE	Na dosagem	Individual	Projeto
Módulo de Resiliência	DNIT 135 – ME	Na dosagem	Individual	Projeto
Flow Number	DNIT 184 – ME	Na dosagem	Individual	Projeto
Fadiga por compressão diametral	DNIT 183 – ME	Na dosagem	Individual	Projeto
Dano por umidade induzida	DNIT 180 – ME	Semanal	Individual	≥ 0,70
Resistência à tração	DNIT 136 – ME	Diária	Individual	≥ 0,65
Umidade da massa asfáltica	Estufa a 105 °C até constância de massa	Diária	Individual	< 0,3 %
Teor de CAP	DNER – ME 053/94 DNIT 158 – ME ASTM D 6307	Cada 4h	Individual	±0,3 %
Granulometria	DNIT 412 – ME	Cada 4h	Individual	Anexo B
Rice	DNIT 427 – ME	Cada 4h	Individual	-
Temperatura CAP	Termômetro	Cada 4h	Individual	±5 °C
Temperatura agregados	Termômetro	Cada 4h	Individual	±5 °C

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	AValiação	CRITÉRIO
Temperatura mistura	Termômetro	Cada caminhão	Individual	$\pm 5^{\circ}\text{C}$
3. CONTROLE DA APLICAÇÃO				
Temperatura na chegada	Termômetro	Cada caminhão	Controle Estatístico	-
Temperatura após o espalhamento	Termômetro	Cada caminhão	Controle Estatístico	$\pm 5^{\circ}\text{C}$
Nivelamento do greide	Topografia	Cada 20 m	Controle Estatístico	-1 cm ou +2 cm
Alinhamento do greide	Topografia	Cada 20 m	Controle Estatístico	$\pm 5\text{ cm}$
Largura da plataforma	Topografia	Cada 20 m	Controle Estatístico	\geq Projeto
Grau de compactação	DNIT 428 – ME DNIT 431 – ME	Cada 100 m	Controle Estatístico	97 % a 100 %
Espessura aplicada	ASTM D5361	Cada 100 m	Controle Estatístico	$\pm 5\%$
Mancha de areia	ABNT NBR 16504	Cada 300 m	Controle Estatístico	Projeto
Pêndulo Britânico	ABNT NBR 16780	Cada 300 m	Controle Estatístico	≥ 47
IFI	ASTM E 1960	Cada 300 m	Controle Estatístico	$\geq 0,22$ ou $\geq 0,15$
Deflexão característica	DNIT 133 – ME	Cada 20 m	Controle Estatístico	Projeto
Bacia deflectométrica	DNIT 133 – ME DNER – PRO 273/96	Cada 100 m	Controle Estatístico	Projeto
Acabamento superficial	Régua	Cada 200 m	Controle Estatístico	Variação $\leq 0,5\text{ cm}$
IRI	DNIT 442 – PRO	Cada 200m	Controle Estatístico	IRI $\leq 2,0$ ou IRI $\leq 2,4$

_____/Anexo F

Anexo F (Informativo) – Bibliografia

- AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. AASHTO M 323. Standard Specification for Superpave Volumetric Mix Design. 2022.
- _____. AASHTO R 30. Standard practice for mixture conditioning of hot mix asphalt (HMA).
- _____. AASHTO T 209. Standard method test of theoretical maximum specific gravity (Gmm) and density of hot mix asphalt (HMA).

- d) APS, M. Classificação da aderência pneu-pavimento pelo índice combinado IFI – International Friction Index para revestimentos asfálticos. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. USP. São Paulo, 2006.
- e) ARTERIS ES 027: Concreto asfáltico usinado a quente. Especificação Particular. 2022.
- f) ASPHALT INSTITUTE. MANUAL SERIES NO. 02 (MS-2). Asphalt Mix Design Methods. 7th Edition. 2014.
- g) BERNUCCI, L.B. MOTTA, L.M.G. CERATTI, J.A.P. SOARES, J.B. Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro, 2ª Edição. 2022.
- h) BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Publicação IPR 743 - Manual de sinalização rodoviária. 3. ed. Rio de Janeiro, 2010.
- i) _____. Manual de Restauração de pavimentos asfálticos. Publicação IPR 720. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2005.
- j) ECORODOVIAS.ET-ECS.00.00-PAV.Pavimentação – Especificação técnica para concreto asfáltico usinado a quente. 2023.
- k) NATIONAL ASPHALT PAVEMENT ASSOCIATION. NAPA. HMA Pavement Mix Type Selection Guide. 2001.
- l) NORTH CAROLINA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. NCDOT. Materials and Tests Unit. Asphalt Quality Management System Manual. 2020.
- m) PARANÁ. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. ES-PA 21/23. Pavimentação: Concreto Asfáltico Usinado a quente. Curitiba, 2023.
- n) PASQUET, A. Campagne Nationale de Glissance 1967 en France, in Colloque International sur la Glissance et la Sécurité de la Circulation sur Routes Mouillées, Berlin, pp. 717-732. 1968.
- o) SANTA CATARINA. DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURA. ES-P 05/16. Pavimentação: Camadas de misturas asfálticas usinadas a quente. Florianópolis, 2016.
- p) SÃO PAULO. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. ET-DE-P00/027. Concreto asfáltico. 2024.
- q) TEXAS DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. TexDOT. Pavement Manual. 2021.
- r) US ARMY CORPS OF ENGINEERS. Hot-mix asphalt paving handbook. AC 150/5370-14A. Appendix 1. 2000.

EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta Norma. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

- a) DNER-EM 369: Emulsões asfálticas catiônicas – Especificação de material. Rio de Janeiro: IPR.
- b) DNER-ME 004: Material betuminoso – Determinação da viscosidade Saybolt-Furol a alta temperatura - Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- c) DNER-ME 005: Emulsão asfáltica – Determinação da peneiração – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- d) DNER-ME 035: Agregados - Determinação da Abrasão “Los Angeles” – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- e) DNER-ME 078: Agregado graúdo – Adesividade a ligante betuminoso – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- f) DNER-ME 079: Agregado – Adesividade a ligante betuminoso – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- g) DNER-ME 083: Agregados - Análise granulométrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- h) DNER-ME 086: Agregado – Determinação do índice de forma – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- i) DNER-ME 089: Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- j) DNER-ME 148: Material betuminoso – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão (vaso aberto de Cleveland) – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- k) DNER-PRO 277: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços - Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- l) DNIT 011-PRO: Gestão da qualidade em obras rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- m) DNIT 070-PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- n) DNIT 095-EM: Cimentos asfálticos de petróleo – Especificação de material. Rio de Janeiro: IPR.
- o) DNIT 131-ME: Materiais asfálticos – Determinação do ponto de amolecimento – Método do anel e bola - Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- p) DNIT 155-ME: Material asfáltico – Determinação da penetração – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- q) DNIT 156-ME: Emulsão asfáltica – Determinação da carga da partícula – Método de ensaio. Rio de

Janeiro: IPR.

- r) DNIT 157-ME: Emulsões asfálticas catiônicas – Determinação da desemulsibilidade – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- s) NBR 6568 - Emulsões asfálticas – Determinação do resíduo de destilação. Rio de Janeiro
- t) NBR 14329 – Cimento asfáltico de petróleo – Determinação expedita da resistência à água (adesividade) sobre agregados graúdos. Rio de Janeiro.

1 Definição

É adotada a seguinte definição:

Tratamento superficial duplo – TSD é a camada de revestimento do pavimento constituída por duas aplicações de ligante asfáltico, cada uma coberta por camada de agregado mineral e submetida à compressão.

2 Condições gerais

- a) O ligante asfáltico não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente for inferior a 10 °C, ou em dias de chuva, ou quando a superfície que irá recebê-lo apresentar qualquer sinal de excesso de umidade.
- b) *Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve apresentar, por parte do fabricante/distribuidor, certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos nesta Norma, correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar de 10 dias. Deve trazer também indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre o fornecedor e o canteiro de obra.*
- c) É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.
 - a)

3 Condições específicas

3.1 Materiais

Os materiais constituintes do Tratamento Superficial Duplo são o ligante asfáltico e o agregado mineral, os quais devem satisfazer ao contido nas normas do DNIT.

3.1.1 Ligante Asfáltico

Podem ser empregados os seguintes ligantes, dependendo da indicação do projeto:

- a) Cimentos asfálticos CAP-150/200;
- b) Emulsões asfálticas, tipo RR-2C.

Os ligantes devem obedecer às exigências das Normas DNIT 095/2006-EM e DNER-EM 369/97.

O uso da emulsão asfáltica somente deve ser permitido quando for empregada em todas as camadas do revestimento.

3.1.2 Melhorador de adesividade

Não havendo boa adesividade entre o agregado e o ligante asfáltico deve ser empregado um melhorador de adesividade, na quantidade fixada no projeto da mistura.

A determinação da adesividade do ligante com o melhorador de adesividade deve ser definida pelos seguintes ensaios:

- Método para determinação expedita da adesividade - NBR 14329:1999.
- Método para determinação da adesividade a ligante (agregado graúdo) - DNER-ME 078/94.
- b) -- Método para determinação da adesividade a ligante (agregado) - DNER-ME 079/94.

c) 4.1.3 Agregados

Os agregados podem ser pedra, cascalho ou seixo rolado, britados. Devem constituir-se de partículas limpas, duras, resistentes, isentas de torrões de argila e substâncias nocivas, e apresentar as características seguintes:

- a) Desgaste Los Angeles igual ou inferior a 40% (DNER-ME 035/98), admitindo-se agregados com valores maiores, no caso de em utilização anterior terem apresentado, comprovadamente, desempenho satisfatório;
- b) Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086/94);
- c) Durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 89/94);
- d) Granulometria do agregado (DNER-ME 083/98), obedecendo às faixas da Tabela 1:

Tabela 1 – Granulometria dos agregados

Peneiras		% passando, em peso			Tolerâncias da faixa de projeto
Malha	mm	1ª camada	2ª camada		
		A	B	C	
1"	25,4	100	-	-	± 7
¾"	19,0	90-100	-	-	± 7

½"	12,7	20-55	100	-	± 7
3/8"	9,5	0-15	85-100	100	± 7
Nº 4	4,8	0-5	10-30	85-100	± 5
Nº 10	2,0	-	0-10	10-40	± 5
Nº 200	0,074	0-2	0-2	0-2	± 2

4.1.4 Taxas de aplicação e de espalhamento

- a) As quantidades ou taxas de aplicação de ligante asfáltico e de espalhamento de agregados devem ser fixadas no projeto e ajustadas no campo, por ocasião do início dos serviços.
- b) As quantidades de ligante asfáltico a serem empregadas na 1ª e na 2ª aplicação devem ser definidas no projeto.
- d)
- c) Quando for empregado agregado poroso deve ser considerada a sua porosidade na fixação da taxa de aplicação do ligante asfáltico.
- d) Recomendam-se, de uma maneira geral, as seguintes taxas de aplicação de agregados convencionais e de ligantes asfálticos:

Tabela 2 – Taxas de aplicação

Camada	Ligante	Agregado
1ª	1,2 a 1,8 l/m²	20 a 25 kg/m²
2ª	0,8 a 1,2 l/m²	10 a 12 kg/m²

3.2 Equipamentos

Todo equipamento, antes do início da execução do serviço, deve atender ao recomendado nesta Norma, fator que deve condicionar a emissão da Ordem de Serviço. Os equipamentos requeridos são os seguintes:

- a) Carros distribuidores de ligante asfáltico, providos de dispositivos de aquecimento, tacômetro, calibradores, termômetros com precisão de ± 1 °C, em locais de fácil acesso, e espargidor manual para o tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas. As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante e que permitam uma aplicação homogênea;
- b) Distribuidores de agregados rebocáveis ou automotrizes, possuindo dispositivos que permitam um espalhamento homogêneo da quantidade de agregados fixada no projeto;
- c) Rolos compressores do tipo tandem ou, de preferência, pneumáticos, autopropulsores. Os rolos compressores tipo tandem devem ter uma carga superior a 25 kg e inferior a 45 kg por centímetro de largura de roda. Seu peso total não deve ser superior a 10 toneladas. Os rolos pneumáticos, autopropulsores,

devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 0,25 a 0,84 MPa (35 a 120 psi).

e)

3.3 Execução

As operações para execução das camadas do TSD são discriminadas a seguir:

- a) ***Inicialmente, deve-se realizar uma varredura da pista imprimada ou pintada, para eliminar todas as partículas de pó.***
- b) A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser determinada em função da relação temperatura x viscosidade. Deve ser escolhida a que proporcionar a melhor viscosidade para o espalhamento. As faixas de viscosidade recomendadas são:
 - Cimento asfáltico, 20 a 60 segundos Saybolt- Furol (DNER-ME 004/94);
 - Emulsão asfáltica, 20 a 100 segundos Saybolt-Furol (DNER-ME 004/94).
- c) No caso de utilização de melhorador de adesividade deve-se exigir que o aditivo seja adicionado ao ligante asfáltico no canteiro de obra, obrigando-se sempre a recirculação da mistura ligante asfáltico-aditivo.
- d) O ligante asfáltico deve ser aplicado de uma só vez em toda a largura da faixa a ser tratada. Excedentes, falta ou escassez de ligante asfáltico na pista durante as operações de aplicação devem ser evitados ou corrigidos prontamente.
- e) Cuidados especiais devem ser observados na execução das juntas transversais (início e fim de cada aplicação de ligante asfáltico) e das juntas longitudinais (junção de faixas quando o revestimento é executado em duas ou mais faixas), para se evitar excesso, escassez ou falta de ligante asfáltico aplicado nestes locais.
 - No primeiro caso, geralmente deve ser utilizado, no início ou a cada parada do equipamento de aplicação de ligante, um recobrimento transversal da pista com papel ou outro material impermeável;
 - No segundo caso, deve ser realizado pelo equipamento de aplicação de ligante um recobrimento adicional longitudinal da faixa adjacente, determinado na obra, em função das características do equipamento utilizado.
- f) Imediatamente após a aplicação do ligante deve-se realizar o espalhamento da 1ª camada do agregado, na quantidade indicada no projeto. Excessos ou escassez devem ser corrigidos antes do início da compressão.
- g) Deve-se iniciar a compressão do agregado imediatamente após o seu lançamento na pista. A compressão deve começar pelas bordas e progredir para o eixo nos trechos em tangente e nas curvas deve progredir sempre da borda mais baixa para a borda mais alta, sendo cada passagem do rolo recoberta, na passada subsequente, de pelo menos metade da largura deste.
- h) Após a compressão da camada, obtida a fixação do agregado, faz-se uma varredura leve do material solto.
- i) Deve-se executar a segunda camada de modo idêntico à primeira.
- j) Não deve ser permitido o tráfego quando da aplicação do ligante asfáltico ou do agregado. Deve-se liberar o tráfego somente após o término da compressão e de maneira controlada.

4 Condicionantes ambientais

Objetivando a preservação ambiental, devem ser devidamente observadas e adotadas as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema ambiental definidos no instrumental técnico-normativo pertinente vigente no DNIT, especialmente a Norma DNIT 070/2006-PRO, e na documentação técnica vinculada à execução do empreendimento, documentação esta que compreende o Projeto de Engenharia, o Estudo Ambiental (EIA ou outro), os Programas Ambientais pertinentes do Plano Básico Ambiental – PBA e as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

5 Inspeções

5.1 Controle dos insumos

Os materiais utilizados na execução do Tratamento Superficial Duplo devem ser rotineiramente examinados, de acordo com as metodologias indicadas, e aceitos em conformidade com as normas em vigor.

5.1.1 Ligante asfáltico

a) Cimentos asfálticos

Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve ser submetido aos seguintes ensaios:

- 01 ensaio de penetração a 25 °C (DNIT 155/2011-ME);
- 01 ensaio de viscosidade a 135 °C Saybolt- Furol (DNER-ME 004/94);
- 01 ensaio de ponto de fulgor (DNER-ME 148/94);
- 01 ensaio de espuma;
- 01 índice de susceptibilidade térmica determinado pelo ensaio de penetração (DNIT 155/2011-ME) e de ponto de amolecimento (DNIT-131/2010-ME);

Para cada 100 t de carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra:

- 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004/94) à diferentes temperaturas, para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura.

b) Emulsões asfálticas

Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve ser submetido aos seguintes ensaios:

- 01 ensaio de determinação do resíduo de destilação de emulsões asfálticas (ABNT NBR 6568:2005);
- 01 ensaio de peneiramento (DNER-ME 005/94);
- 01 ensaio de desemulsibilidade (DNIT 157/2011-ME);
- 01 ensaio de carga da partícula (DNIT 156/2011-ME);

Para cada 100 t de carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra:

- 01 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol (DNER-ME 004/94), à diferentes temperaturas, para o estabelecimento da relação temperatura x viscosidade.

5.1.2 Agregado

Realizar os seguintes ensaios:

- análises granulométricas para cada jornada de trabalho (DNER-ME 083/98), com amostras coletadas de maneira aleatória;
- ensaio de índice de forma, para cada 900 m³ (DNER-ME 086/94);
- ensaio de adesividade, para todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra, e sempre que houver variação da natureza do material (DNER- ME 078/94).

5.1.3 Melhorador de Adesividade

Realizar o seguinte ensaio nos cimentos asfálticos que não apresentarem boa adesividade:

- 01 ensaio de adesividade, toda vez que o aditivo for incorporado ao ligante asfáltico (NBR 14329:1999).

5.2 Controle da execução

O controle da execução do Tratamento Superficial Duplo deve ser exercido mediante as determinações a seguir indicadas, feitas de maneira aleatória e de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 7.4).

5.2.1 Temperatura

A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo definido pela relação viscosidade x temperatura.

5.2.2 Taxas de aplicação e de espalhamento

- a) No caso de utilização de cimento asfáltico

O controle da quantidade de cimento asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de massa (P₁) e área (A) conhecidas, na pista onde está sendo aplicado.

O cimento asfáltico é coletado na bandeja na passagem do carro distribuidor.

Com a pesagem de bandeja com o cimento asfáltico coletado (P₂) se obtém a taxa de aplicação (T) da seguinte forma:

$$T = \frac{P_2 - P_1}{A}$$

A tolerância admitida na taxa de aplicação é de $\pm 0,2$ l/m².

- b) No caso de utilização do ligante asfáltico RR-2C

O controle da quantidade do ligante asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de massa (P_1) e área (A) conhecidas, na pista onde está sendo feita a aplicação.

O ligante asfáltico é coletado na bandeja na passagem do carro distribuidor.

Com a pesagem da bandeja depois da ruptura total (até massa constante) do ligante asfáltico coletado (P_2) se obtém a taxa de aplicação do resíduo TR da seguinte forma:

$$T = \frac{P_2 - P_1}{A}$$

A partir da taxa de aplicação do resíduo (TR) se obtém a Taxa de Aplicação (T) da emulsão RR-2C, em função da porcentagem de resíduo verificada no ensaio de laboratório, quando do recebimento do correspondente carregamento do ligante asfáltico.

c) Agregados

O controle da quantidade de agregados espalhados longitudinal e transversalmente deve ser feito mediante a colocação de bandejas, de massa e área conhecidas na pista onde estiver sendo feito o espalhamento. Por intermédio de pesagens, após a passagem do dispositivo espalhador, tem-se a quantidade de agregado espalhada. A tolerância admitida na taxa de aplicação é de $\pm 1,5 \text{ kg/m}^2$.

d) O número mínimo de determinações por segmento (área inferior a 3.000 m²) é de cinco.

A frequência indicada para a execução dessas determinações é a mínima aceitável, devendo ser compatibilizada com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 6.4).

5.3 Verificação do produto

A verificação final da qualidade do Tratamento Superficial Duplo (Produto) deve ser exercida mediante as determinações descritas a seguir, executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 6.4).

5.3.1 Acabamento da superfície

O acabamento da superfície dos diversos segmentos concluídos é verificado com duas réguas, uma de 1,20 m e outra de 3,00 m de comprimento, colocadas em ângulo reto, sendo uma delas paralela ao eixo da estrada, nas diversas seções correspondentes às estacas de locação. A variação da superfície entre dois pontos quaisquer de contato não deve exceder 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.

5.3.2 Alinhamentos

A verificação do eixo e das bordas nas diversas seções correspondentes às estacas de locação é feita à trena. Os desvios verificados não devem exceder $\pm 5 \text{ cm}$.

5.4 Plano de amostragem – Controle tecnológico

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico dos insumos, da execução e do produto devem ser estabelecidos segundo um Plano de

Amostragem aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97.

O tamanho das amostras deve ser documentado e previamente informado à Fiscalização

5.5 Condições de conformidade e não-conformidade

Todos os ensaios de controle e determinações relativos aos insumos, à produção e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado em 6.4, devem cumprir as Condições Gerais e Específicas desta Norma e estar de acordo com os seguintes critérios:

Quando especificado um valor mínimo e/ou máximo a ser(em) atingido(s), devem ser verificadas as seguintes condições:

a) Condições de conformidade:

$$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado};$$

$$\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo especificado}.$$

b) Condições de não-conformidade:

$$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado};$$

$$\bar{X} + ks > \text{valor máximo especificado}.$$

Sendo:

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

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

n

Onde:

x_i – valores individuais

\bar{x} – média da amostra

s - desvio padrão da amostra

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações

n - número de determinações (tamanho da amostra).

Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, de acordo com a Norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece que sejam tomadas providências para tratamento das “Não- conformidades”.

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

Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

Qualquer serviço corrigido só deve ser aceito se as correções executadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta Norma; caso contrário, deve ser rejeitado.

6 Critérios de medição

Os serviços considerados conformes devem ser medidos de acordo com os critérios estabelecidos no Edital de Licitação dos serviços ou, na falta destes critérios, de acordo com as seguintes disposições gerais:

- a) O Tratamento Superficial Duplo deve ser medido em metros quadrados, considerando a área efetivamente executada. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais (exceto ligante asfáltico), transporte do ligante dos tanques de estocagem até a pista, armazenamento e encargos, devendo os mesmos serem incluídos na composição do preço unitário;
- b) A quantidade de ligante asfáltico aplicada é obtida a partir da média aritmética dos valores medidos na pista, em toneladas;
- c) Não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- d) O transporte do ligante asfáltico efetivamente aplicado deve ser medido com base na distância entre o fornecedor e o canteiro de serviço;
- e) Nenhuma medição deve ser processada se a ela não estiver anexado um relatório de controle da qualidade, contendo os resultados dos ensaios e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.

_____/Anexo A

Anexo A (Informativo) Bibliografia

a) BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de pavimentação. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006. (IPR. Publ., 719).

b) _____. Manual de restauração de pavimentos asfálticos. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. (IPR. Publ., 720).

EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO EM BLOCO INTERTRAVADO DE CONCRETO (BLOQUETES)

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

1. OBJETIVO

A presente especificação tem por finalidade estabelecer critérios, normas e procedimentos a serem seguidos no processo de implantação de pavimentação em bloco intertravado de concreto (bloquetes). Em conjunto com a planilha orçamentária, o edital, contrato e demais documentos, servirão como referência e orientação quanto aos diversos aspectos construtivos da obra. Nesses documentos, serão abordados, detalhes relacionados com a metodologia e os materiais a serem aplicados nas diferentes etapas ou itens de serviço a serem feitos. Os conceitos ou procedimentos aqui expostos prevalecerão na hipótese de choque ou desencontro de informações apontadas em projeto. Eventuais omissões serão dirimidas pela fiscalização da Codevasf.

O objetivo é a implantação de pavimentação em bloco intertravado de concreto (bloquetes), em vias inseridas na área de atuação da Codevasf, para alcance dos benefícios apresentados no Item 2 – Justificativa.

2. JUSTIFICATIVA

Os serviços a serem realizados são de interesse público, visto que as políticas públicas voltadas para a solução de carências de infraestrutura permitirão a promoção do desenvolvimento regional, em que serão melhoradas a acessibilidade e a qualidade de vida das pessoas, o comércio, os serviços e o turismo. Os mais importantes benefícios são:

- redução do custo de operação dos veículos;
- redução dos custos futuros de conservação;
- economia do tempo de viagem de passageiros e das cargas;
- redução de acidentes;
- estímulo ao desenvolvimento econômico;
- acréscimo de conforto e utilidade.

A pavimentação de vias também é um fator chave na melhoria das condições sanitárias e de habitabilidade locais, proporcionando o atendimento ao direito humano fundamental de acesso à saúde, em qualidade e quantidade, numa perspectiva de melhoria da qualidade de vida em ambiente salubre, dando fim ao convívio diário com a poeira e minimizando os efeitos de alagamentos e doenças associadas.

3. METAS

Execução de pavimentação em bloco intertravado de concreto nas vias da área de atuação da Codevasf, considerando a meta máxima estabelecida no Termo de Referência.

4. CUSTOS

O valor máximo global orçado pela Codevasf para a realização dos serviços está definido no Termo de Referência. Nos custos considerados já estão inclusos BDIs, encargos sociais, taxas, impostos e emolumentos.



5. OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA

5.1. Documentações para início da Obra

São de responsabilidade da contratada quaisquer despesas referentes à regularização para o início da obra tais como:

- Cadastro junto à Prefeitura Municipal local (ISS);
- Alvará de construção de Obra;
- ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) de execução dos serviços contratados, com a respectiva taxa recolhida;

5.2. Quanto aos materiais

Realizar a devida programação de compra de materiais, de forma a concluir a obra no prazo fixado;

Observar rigorosamente os prazos de validade dos materiais, pois será recusado pela Fiscalização qualquer tipo de material que se encontre com o prazo de validade vencido;

Todo e qualquer material de construção que entrar no canteiro de obras deverá ser previamente aprovado pela Fiscalização. Aquele que for impugnado deverá ser retirado do canteiro, no prazo definido pela Fiscalização;

Submeter à Fiscalização, sem ônus, amostras dos materiais e acabamentos a serem utilizados na obra.

5.3. Quanto a Mão de obra

Contratar mão de obra idônea, de modo a reunir permanentemente em serviço uma equipe homogênea e suficiente de operários, mestres e encarregados, que assegure progresso satisfatório às obras;

A Contratada assumirá inteira responsabilidade pela execução dos serviços subempreitados, em conformidade com a legislação vigente de Segurança e Saúde do Trabalho, em particular as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, instituídas pela Portaria nº 3.214/78 e suas alterações posteriores;

Serão de uso obrigatório os equipamentos de proteção individual estabelecidos na NR-18 e demais Normas de Segurança do Trabalho.

Os equipamentos mínimos obrigatórios serão:

- Equipamentos para Proteção da cabeça;
- Equipamentos para Proteção Auditiva;
- Equipamentos para Proteção dos membros superiores e inferiores.

5.4. Diário de Obra

Deverá ser mantido na obra ou no canteiro um Diário de Obra, desde a data de início dos serviços, para que sejam registrados pela CONTRATADA e, a cada vistoria, pela Fiscalização, fatos, observações e comunicações relevantes ao andamento da mesma.

5.5. Limpeza da obra



O local da obra, assim como seus entornos e passeio, deverá ser mantido limpo e desobstruído de entulhos, durante e após a realização dos trabalhos. E será de inteira responsabilidade da Contratada.

6. PROJETO EXECUTIVO

O projeto consiste na execução de pavimentação em bloco intertravado de concreto (bloquetes). Para o êxito deste projeto, o registro de preços prevê os serviços de pavimentação com regularização do subleito, implantação de sub-base e base estabilizadas granulometricamente e revestimento em bloco intertravado de concreto.

O escopo do projeto também prevê os estudos geotécnico e de tráfego, além dos serviços topográficos e dos projetos geométrico, de terraplenagem e de pavimentação. Caberá a Fiscalização verificar, antes da realização dos serviços e antes da emissão das ordens de serviços, se as ruas pleiteadas a serem trabalhadas possuem os requisitos mínimos para serem atendidas pelo escopo de serviços propostos, devendo recusar todas as localidades e ruas que não ofereçam condições de execução.

Os serviços desta ação serão exclusivamente referentes à execução da pavimentação, não compondo a implantação de drenagem, obras de arte, a retirada de interferências como postes ou placas ou a necessidade de dispositivos não previstos no escopo dos serviços, entre outros. Logo, para execução dos serviços, as estradas deverão atender essas características básicas necessárias.

A Fiscalização deverá solicitar ao Contratado os ensaios que julgar necessários e pertinentes a via, de possíveis jazidas e dos serviços executados, conforme normas técnicas. Os serviços serão executados conforme o projeto, de acordo com as Normas Brasileiras da ABNT e Manuais do DNIT.

6.1. SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS

Este serviço consiste na marcação topográfica locando todos os elementos necessários à execução, constantes no projeto. Deverá prever a utilização de equipamentos topográficos ou outros equipamentos adequados para uma perfeita marcação dos projetos e greides, bem como para a locação e execução dos serviços de acordo com as locações e os níveis estabelecidos nos projetos.

O projetista deverá apresentar os seguintes levantamentos:

- Monografias das estações de referência pertencentes ao SGB e demais marcos de apoio implantados para o projeto;
- Especificações dos equipamentos topográficos utilizados com seus respectivos certificados de calibração;
- Representação gráfica em escala adequada no formato CAD (DWG) contendo plantas dos levantamentos planialtimétricos cadastrais, tais como locais de travessias, interseções, faixas de domínio etc.;
- Representação gráfica em formato CAD (DWG) do perfil da linha de locação;
- Representação gráfica em formato CAD (DWG) dos levantamentos das ocorrências e deposição de materiais e cursos d'água;
- Locação de pontos do eixo e bordo da rodovia existente que permita sua perfeita identificação.

Os levantamentos topográficos devem atender às definições das instruções IS-204 e IS-205 (IPR-726/2006), que instruem os processos de levantamentos topográficos, estabelecendo a metodologia dos

levantamentos convencionais de precisão. Além dos normativos citados, a projetista deve considerar com atenção os pontos, a seguir, que destacam especificações para projeto executivo.

6.1.1. Levantamento de eixo viário principal

- As poligonais terão extensão máxima de 10 km;
- As medidas angulares deverão ser executadas pelo método das direções reiteradas a 60°, com teodolito ou estação total e, se utilizado, medidor eletrônico de distância (MED), em uma série com 3 (três) posições diretas (PD) e 3 (três) posições inversas (PI);
- Os cálculos dos fechamentos lineares das poligonais deverão ser obtidos com os comprimentos dos lados reduzidos à projeção cartográfica, sendo as locações efetuadas com os comprimentos dos lados sem as deformações do plano da carta;
- Para o levantamento altimétrico, deverá ser utilizado o nivelamento e contranivelamento geométrico;
- Os barrote, os piquetes e as inflexões acentuadas do terreno serão nivelados e contranivelados geometricamente, com nível de precisão, conforme definido pelas Instruções de Serviço 204 e 205;
- As visadas devem ser limitadas a 100 m. Admite-se a discrepância entre a cota de nivelamento e a de contranivelamento de 5 mm;
- A Rede de Referências de Nível (RRNN) deverá ser complementada com uma série de novas RN em pontos notáveis, tais como interseções e acessos, bacias de contribuição, Obras de Arte Especiais projetadas, correntes e existentes, locais previstos para melhoramentos da via e áreas dos projetos ambientais;
- A tolerância de fechamento deve obedecer às orientações de precisões/acurácias apontadas nas IS-204 e 205;
- O valor do erro de fechamento deverá ser distribuído ao longo da poligonal para o levantamento planimétrico e ao longo da seção de nivelamento (altimetria).

6.1.2. Levantamento de locais de ocorrência dos materiais:

Os locais de ocorrência de materiais (jazidas, empréstimos, pedreiras e areais) devem ser levantados e locados por meio da utilização de equipamentos com capacidade de rastreamento das rotas e dos caminhos dos acessos percorridos;

6.1.3. Referencial Técnico do Estudo Topográfico a ser considerado na elaboração do estudo.

- IS-204 – Estudos Topográficos para Projeto Básico de Engenharia;
- IS-205 – Estudos Topográficos para Projeto Executivo de Engenharia;
- IS-226 – Levantamento Aerofotogramétrico para Projetos Básicos de Rodovias;
- IS-214 – Projeto de Obras de Arte Especiais;
- IS-10/2018 - Diretrizes para o levantamento de bases ou estações de referência materializadas em campo;
- ISF-203 – Estudos Topográficos para Projetos Básicos de Ferrovias DNIT, 2015;
- ISF-204 – Estudos Topográficos para Projetos Executivos de Ferrovias DNIT, 2015;
- NBR 13133 – Execução de Levantamento Topográfico ABNT, 1994;
- Manual de Obras de Arte Especiais DNER-698/1996.

6.2. ESTUDO GEOTÉCNICO

O projetista deverá apresentar os seguintes levantamentos:

- Perfil geotécnico do subleito com sondagens espaçadas, conforme orientação da IS-206;
- Boletins de sondagem e ensaios geotécnicos do subleito;
- Texto contendo as características dos estudos realizados;

- Representação do perfil das características geotécnicas dos materiais a serem escavados;
- Boletins de sondagem e ensaios geotécnicos para materiais de empréstimos de terraplenagem;
- Croquis com indicação das características e da localização das ocorrências de materiais (jazidas, pedreiras e areais);
- Resultados dos ensaios de dosagens de misturas de materiais de base e sub-base;
- Resultados de eventuais dosagens do concreto para os blocos intertravados;
- Folha-resumo de todos os ensaios efetuados;
- Texto contendo a concepção dos estudos realizados.

Devem ser atendidas as especificações técnicas conforme descritas a seguir. Essas especificações dizem respeito tanto ao desenvolvimento dos trabalhos como à forma de apresentação do estudo.

6.2.1. Sondagens (geral)

Todas as sondagens executadas para subsidiar os estudos discriminados nos itens que seguem devem ser executadas conforme as recomendações da Norma ABNT NBR 6484/2020 e a Instrução de Serviço IS-206, com os planos de sondagens aprovados pela Fiscalização de campo. No entanto, as sondagens realizadas não eliminam possíveis complementações que se fizerem necessárias para o desenvolvimento do projeto.

6.2.2. Estudo Geotécnico do Subleito

Devem ser apresentados os boletins de sondagem que contemplem furos executados no eixo e nas bordas da plataforma para identificação das diversas camadas de solos e para coleta de amostras em cada uma dessas camadas. Os espaçamentos das sondagens deverão seguir as determinações da IS-206 (IPR-726/2006) e do item A.5.1 do IPR-739/2010.

Para o solo do subleito, os seguintes ensaios e normativos devem ser considerados:

- Ensaios de granulometria por peneiramento com lavagem do material na peneira de 2 mm e de 0,075 mm (DNER-ME 041/1994, DNER-ME 051/1994, DNER-ME 080/1994);
- Limite de Liquidez (DNER-ME 122/1994) e Limite de Plasticidade (DNER-ME 082/1994);
- Teor de umidade natural (DNER-ME 213/1994);
- Massa específica aparente *in situ* (DNER-ME 093/1994);
- Compactação (DNIT 164/2013-ME e DNIT 162/2013-ME);
- Devem ser apresentadas as curvas de compactação (determinadas com, pelo menos, cinco pontos) na energia Proctor Normal (Corpo de Aterro) e na energia intermediária (Camada Final de Terraplenagem) (DNIT 108/2009-ES);
- Índice de Suporte Califórnia (ISC) e Expansão (DNIT 172/2013-ME).

O quadro-resumo com a apresentação dos ensaios realizados e resultados obtidos deve ser feito conforme o Quadro A.21 do IPR-739/2010, pág. 398.

O perfil com os solos obtidos nos ensaios deve estar representado no perfil longitudinal, indicando profundidade das camadas, tipo de solo, classificação TRB, ISC, expansão, nível d'água e cota impenetrável (se for o caso).

6.2.3. Estudo de Materiais de Empréstimos para Aterro

Nas plantas de localização e nos croquis de empréstimos, devem constar:

- Coordenadas geográficas;



- Distância em relação ao eixo;
- Distância entre furos de sondagem;
- Espessura média do expurgo;
- Volume e área útil;
- Informações dos proprietários das áreas (nome, contato, endereço);
- Vegetação/benfeitorias;
- Limitações de profundidades e áreas utilizáveis;
- Informações referentes às condições de acesso à ocorrência (existência de caminhos de serviço ou necessidade de abertura);
- Informações sobre se a ocorrência já foi explorada, visando informar se há necessidade de consideração de serviços de limpeza e de expurgo para a exploração da área.

Para os estudos de empréstimos laterais, deve ser considerado o item A.5.2 do IPR-739/2010, a IS-206, além dos seguintes itens:

- Furos de sondagem no mínimo a cada 100 m. Nos casos em que o material se mostrar muito heterogêneo, o espaçamento dos furos deverá ser reduzido até o mínimo de 50 m, e deverão ser apresentados os boletins de sondagens com os resultados obtidos;
- Apresentação dos tipos de materiais com as seguintes características: granulometria do solo, classificação TRB (Transportation Research Board), índices físicos (Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade), massa específica aparente *in situ*, ensaio de compactação na energia do Proctor Normal e energia Proctor Intermediário e o Índice de Suporte Califórnia e de expansão.
- Deve ser apresentado quadro-resumo com todos os resultados dos ensaios, seguindo-se o mesmo padrão do estudo do subleito.

6.2.4. Estudo de Ocorrências de Materiais para Pavimentação

Os ensaios para ocorrências de materiais para pavimentação devem ser realizados conforme as seguintes orientações:

- Devem ser apresentados todos os ensaios requeridos no item 3.1.2 da Instrução de Serviço IS-206 (IPR-726/2006);
- Devem ser apresentados os ensaios de mistura de materiais (*in natura* e após a mistura), como indicado no item A.5.3 do IPR-739/2010, bem como deve ser apresentada a análise sobre esses ensaios. Destaca-se que devem ser apresentados todos os resultados dos ensaios realizados, incluindo os resultados da dosagem selecionada e das dosagens que não atenderam aos normativos vigentes;
- Devem ser apresentadas as conclusões e recomendações para aproveitamento dos materiais, em conformidade com os estudos efetuados e as recomendações dos Estudos Geológicos.

Nos desenhos que apresentam as plantas de localização e a situação do local de ocorrência, devem constar:

- Indicação dos limites das profundidades e as áreas utilizáveis em cada uma das ocorrências, tendo-se em vista a finalidade prevista para utilização;
- Ocorrências de materiais com qualidade técnica e volume suficiente para atender às necessidades da obra. Ressalte-se que essas ocorrências devem estar o mais próximas possível do local da obra. Caso as DMTs sejam elevadas ou as ocorrências sejam comerciais, deve ser apresentada justificativa técnica e econômica para seu uso, bem como atestação pela Superintendência Regional ou Fiscalização de campo do Contrato;
- Informações referentes às condições de acesso à ocorrência (existência de caminhos de serviço ou necessidade de abertura);
- Informações sobre se a ocorrência já foi explorada, visando a informar se há necessidade de consideração de serviço de limpeza e expurgo para a exploração da área.

Os boletins de sondagem para o estudo de ocorrência de materiais para pavimentação devem estar de acordo com o item A.5.3 do IPR-739/2010, obedecendo, também, aos seguintes critérios:

Em cada furo da malha, para cada camada de material, devem ser apresentados:

- Ensaios de granulometria por peneiramento com lavagem do material na peneira de 2,0 mm e de 0,075 mm (DNER-ME-051/994);
- Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP); teor de umidade natural (DNER-ME-082/1994).
- Em furos alternados da malha, para cada camada de material, deve-se apresentar o seguinte:
- Massa específica aparente *in situ* validando o fator de homogeneização utilizado em projeto;
- Compactação (na energia Proctor Intermediário – 26 golpes para sub-base – e na energia Proctor Modificado – 54 golpes para base);
- Índice de Suporte Califórnia (ISC) e Expansão.

Deve ser apresentado o croqui da jazida em conjunto com a análise estatística dos resultados de todos os ensaios efetuados, de acordo com a metodologia discriminada para o subleito, conforme o IPR-739/2010 (Figura A. 13, página 408).

Segundo a Publicação IPR-739/2010, para as misturas, devem ser realizados, no mínimo, 9 (nove) ensaios de caracterização (granulometria, limites de liquidez e plasticidade), de compactação, de CBR e de expansão com materiais de furos diferentes, de forma a bem caracterizar o material ensaiado.

Nesse sentido, devem ser escolhidos pelo menos os 9 (nove) furos *in natura* que bem representem as características granulométricas e de suporte da jazida *in natura*, para que, ao se efetuar a mistura, esta, de forma similar, possa vir a bem caracterizar a mistura estudada.

Para localização e determinação das pedreiras, devem estar considerados os seguintes ensaios:

- Desgaste por Abrasão Los Angeles, conforme a Norma DNER-ME 035/1998 e a Tabela A11 apresentada no item A.5 – Estudos Geotécnicos (IPR-739/2010);
- Durabilidade (DNER-ME 089/1994), com perda inferior a 12%;
- Adesividade (DNER-ME 078-94) satisfatória. Deverá ser indicado o percentual de DOPE, caso necessário;
- Índice de Forma (DNIT 424/2020-ME e DNIT 425/2020-ME), e características gerais de forma e textura (DNIT 432/2020-ME);
- Massa Específica e Absorção (DNER-ME 081/98, DNIT 411/2021 – ME e DNIT 413/2021-ME);
- Ensaios especiais para rochas basálticas definidas na IS-206 (IPR-726/2006).

Para localização e determinação dos areais, devem ser apresentados os seguintes ensaios:

- Granulometria (DNER-ME 083/98 e DNIT 412/2019-ME);
- Teor de matéria orgânica (DNER-ME 055/1995), que deve ser inferior a 300 p.p.m., equivalente ao de areia (DNER-ME 054/1997), que deve ser igual ou superior a 55%.

Caso o areal indicado seja comercial e esteja a elevada distância de transporte, devem ser estudadas outras ocorrências de areia a menores distâncias de transporte. Caso não sejam encontradas, deve ser apresentada, junto com os relatórios de inspeção, uma declaração da Superintendência Regional do local da obra que comprove esse fato;

Caso as características de algum areal estudado não atendam às especificações para uso em revestimento do pavimento, o mesmo areal deve ser estudado para demais situações (drenagem e misturas com solo).

6.2.5. Referencial Técnico do Estudo Geotécnico a ser considerado na elaboração do estudo.

- Projeto Geotécnico – Procedimento ABNT NBR 8044/2018;
- Solo – Sondagens de Simples Reconhecimentos com SPT ABNT NBR 6484/2020;
- Diretrizes Básicas para Acompanhamento DNIT IPR-739/2010;
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários DNIT IPR-726/2006;
- Manual de Pavimentação DNIT IPR-719/2006.

6.3. ESTUDO DE TRÁFEGO

O projetista deverá apresentar os seguintes levantamentos:

- Relatório técnico descritivo/justificativo;
- Planilha de contagem volumétrica classificada;
- Relatório dos resultados do número N.

Devem ser atendidas as especificações técnicas conforme descrito a seguir. Essas especificações dizem respeito tanto ao desenvolvimento dos trabalhos como à forma de apresentação do estudo.

6.3.1. Coleta de dados do tráfego existente

- Definição, descrição e justificativa do método utilizado para a realização das contagens volumétricas – manual, automática, a partir de câmeras instaladas nas rodovias, etc;
- Identificação da malha viária, indicando, inclusive, as interseções relevantes para o estudo;
- Definição das divisões dos segmentos homogêneos quanto ao fluxo de tráfego (composição e volume), tendo como subsídio os levantamentos preliminares contidos no item anterior;
- Indicação dos postos de contagem volumétrica com base na definição dos segmentos homogêneos;
- Definição dos dias (pico – horário semanal) e horários (pico – horário diário) para a realização das coletas;
- Definição da duração das contagens (dias, horas, semanas), que deve ser programada em função do grau de confiabilidade desejado para as estimativas do VMD da via a ser implementada. O período deve ser suficiente para a determinação dos fatores de correção a serem introduzidos nas contagens de duração menor.

Observa-se que pelo menos um dos postos de contagem volumétrica e classificatória deve cobrir um período mínimo de 7 (sete) dias contínuos (1 semana) durante 24 (vinte e quatro) horas. Ainda, devem ser realizadas contagens em todas as interseções e todos os acessos a polos geradores de viagens, previamente identificados no trecho, por um período mínimo de 3 (três) dias durante 24 (vinte e quatro) horas.

Apresentação dos volumes obtidos nas contagens volumétricas realizadas, estatisticamente tratados, classificados de acordo com tipos veiculares pré-determinados, da seguinte forma:

- Analiticamente, por meio de tabelas sumárias nas quais constem os dados necessários à análise dos volumes. Em anexo, deverão ser incluídas as fichas ou os relatórios contendo os dados brutos coletados, compatíveis com o método de coleta utilizado.
- Graficamente, por meio de:

- Histogramas cuja escala horizontal represente a unidade de tempo e cuja escala vertical represente o VMD.
- Fluxogramas lineares cuja escala horizontal represente a extensão da via e cuja escala vertical represente o VMD.
- Demais gráficos cujo intuito seja demonstrar as variações sazonais, diárias ou horárias no VMD.
- Por meio de croquis esquemáticos contendo os fluxos do tráfego veicular. Nas interseções, os fluxos devem indicar os volumes veiculares correspondentes a cada um dos movimentos.

6.3.2. Referencial Técnico do Estudo Tráfego a ser considerado na elaboração do estudo.

- Manual de Estudo de Tráfego DNIT IPR-723/2006;
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Escopos Básicos/Instruções de Serviço – IS-201 DNIT IPR-726/2006;
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Escopos Básicos/Instruções de Serviço – IS-230 DNIT IPR-726/2006.

6.4. PROJETO GEOMÉTRICO

O projetista deverá apresentar os seguintes levantamentos:

- Texto contendo memória justificativa completa;
- Projeto em planta na escala 1:2000, ou maior, quando necessário para melhor visualização do projeto, contendo:
 - Eixo estaqueado de 20 (vinte) m em 20 (vinte) m, com indicação das estacas correspondente a quilômetros inteiros e a centenas de metros;
 - Composição de curvas horizontais;
 - Elementos cadastrais;
 - Pontes com nomes dos cursos d'água que atravessam a rodovia e viadutos;
 - Bueiros com as devidas esconsidades e os comprimentos;
 - Caixas de empréstimos e outros dispositivos;
 - Curvas de nível do terreno topográfico (equidistância de 1,00 m);
 - Malha de coordenadas;
 - Interferências com instalações (luz, água, esgoto, fibra ótica, etc.); e
 - Acessos e terceiras faixas.
- Projeto em perfil, nas escalas 1:2000 (H) e 1:200 (V), contendo:
 - Sondagens e classificação dos solos apresentada no perfil geotécnico;
 - Eixo da rodovia em perfil, com cotas do terreno e da superfície do greide de projeto;
 - Composição de curvas verticais e pontos notáveis, rampas e suas declividades;
 - Pontes e viadutos; e
 - Bueiros.

Devem ser atendidas as especificações técnicas conforme descritas a seguir. Essas especificações dizem respeito tanto ao desenvolvimento dos trabalhos como à forma de apresentação do projeto.

6.4.1. Referencial Técnico do Projeto Geométrico a ser considerado na elaboração do projeto.

- Elaboração de Desenhos para Apresentação de Projetos e para Documentos DNIT 125/2010 – PAD;
- Manual de Projetos Geométricos de Rodovias Rurais DNER IPR-706/1999;
- Manual de Projeto de Interseções DNIT IPR-718/2005;
- Instrução de Serviço nº 208 DNIT IPR-726/2006;
- Instrução de Serviço nº 241 DNIT IPR-726/2006;

- Instrução de Serviço nº 207 DNIT IPR-726/2006;
- Instrução de Serviço nº 234 DNIT IPR-726/2006;
- Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas DNIT IPR-740/2010;
- Instrução de Serviço nº 213 DNIT IPR-726/2006.

6.5. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

Define-se terraplenagem como o conjunto de operações necessárias à escavação e movimentação de solos e rochas, removendo-se o excesso de material de uma região para outra em função de sua escassez.

Levantamentos necessários:

- Memória descritiva e justificativa do projeto elaborado – textos, gráficos e quadros;
- Cálculo de cubação do movimento de terra com a classificação dos materiais escavados;
- Perfil geotécnico indicando a constituição do terreno;
- Representação gráfica das seções transversais-tipo, em corte e em aterro, com indicação das inclinações dos taludes;
- Planilhas de movimento de terra;
- Seções transversais de terraplenagem com indicação das inclinações dos taludes e da plataforma por estaca;
- Plantas dos locais de empréstimos e bota-foras;
- Diagrama da distribuição de terraplenagem;
- Demais desenhos que elucidem o projeto; e
- Notas de Serviço.

O detalhamento do Projeto de Terraplenagem deverá ser desenvolvido de acordo com os parâmetros definidos nos Estudos Geotécnicos e no Projeto Geométrico. Além disso, devem ser atendidas as especificações contidas nos documentos técnicos apresentados no "Referencial Técnico" desta disciplina e, também, as especificações técnicas a seguir.

Este estudo deverá avaliar, cuidadosamente, as alternativas que se apresentem quanto à movimentação dos volumes de terraplenagem, de modo a ajustar, entre outras, as necessidades de empréstimos e bota-foras com disponibilidade de áreas para tal.

Para a validação das planilhas de movimentação de terra, é necessária a apresentação, em conjunto, dos cálculos de volume (cubação) e do perfil geotécnico indicando a constituição do aterro.

A projetista deve apresentar um comparativo das soluções de terraplenagem, demonstrando qual solução é mais vantajosa para o projeto.

Caso os materiais disponíveis para empréstimo tenham DMT maiores que 5 km, a empresa projetista, deverá ser apresentado atestado da Superintendência Regional ou da fiscalização de campo do Contrato atestando tal fato.

Os fatores de empolamento e de homogeneização devem ser adotados conforme metodologia contida no Manual de Implantação Básica de Rodovia DNIT IPR- 742/2010 e no Sistema de Custos Referenciais de Obras do DNIT no Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes Volume 10 – Manuais Técnicos – Conteúdo 01 – Terraplenagem.

Para as disposições de bota-fora, deve-se levar em conta o que as orientações dos normativos DNIT 070-2006-PRO – Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento, DNIT IPR-726/2006 –

Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários: escopos básicos/instruções de serviço, DNIT 108/2009-ES, Manual de Implantação Básica de Rodovia – DNIT IPR-742/2010.

A identificação dos volumes de material de 1ª, 2ª e 3ª categorias deve ser definida conforme o instruído na Norma DNIT 106/2009-ES e DNIT 104/2009-ES, devendo ser apresentadas as especificações técnicas e metodologias utilizadas pela projetista.

6.5.1. Referencial Técnico do Projeto Terraplenagem a ser considerado na elaboração do projeto.

- Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes Volume 10 – Manuais Técnicos;
- Manuais Técnicos – Conteúdo 01 – Terraplenagem DNIT SICRO/2017;
- IS-209 – Projeto de Terraplenagem;
- IS-206 – Estudos Geotécnicos DNIT IPR-726/2006;
- Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento DNIT IPR-726/2006;
- Manual Básico de Implantação de Rodovia DNIT IPR-742/2010;
- Terraplenagem – Serviços preliminares DNIT-104/2009-ES;
- Terraplenagem – Caminhos de serviço DNIT-105/2009-ES;
- Terraplenagem – Cortes DNIT 106/2009-ES;
- Terraplenagem – Empréstimos DNIT 107/2009-ES;
- Terraplenagem – Aterros DNIT 108/2009-ES;
- Projeto de aterros sobre solos moles para obras viárias DNER-PRO 381/98;
- Projeto Geotécnico ABNT NBR 8044/2018.

6.6. PROJETO DE DRENAGEM

O projetista deverá apresentar os seguintes levantamentos:

- Texto contendo a concepção do projeto;
- Discriminação de todos os serviços, das distâncias de transporte e das quantidades;
- Planta esquemática da localização das obras de drenagem;
- Planilhas e quadros;
- Notas de Serviço.

6.6.1. Referencial Técnico do Projeto de Drenagem a ser considerado na elaboração do projeto.

- Manual de Drenagem de Rodovias DNIT IPR-724/2006;
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários. Escopos Básicos/Instruções de Serviços IS-210 DNIT IPR-726/2006;
- Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem DNIT IPR-736/2013;
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – Instruções para Acompanhamento e Análise DNIT IPR-739/2010;
- Especificações de Serviços (ES) DNIT;
- Curso de Drenagem de Rodovias Marcos Jabôr.

6.7. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Levantamentos necessários:

- Memória de cálculo dos quantitativos e distâncias de transportes dos serviços, materiais de pavimentação e quadro de consumo de materiais;
- Gráfico de distribuição dos materiais e das espessuras das camadas;
- Desenhos da seção transversal-tipo, das pistas de rolamento, dos acostamentos, dos acessos e das áreas de instalações para operação da rodovia;

- Planta detalhada de cada ocorrência, com curvas de nível de 1 (um) m a 1 (um) m, indicando a localização no trecho, com amarração precisa em relação ao eixo da rodovia, através de, no mínimo, dois marcos e posições dos furos de sondagens com a profundidade utilizável assinalada ao lado de cada furo, a área de exploração, o resumo estatístico das características do material, das faixas granulométricas e das informações do proprietário;
- Linear de Ocorrência de Materiais de Pavimentação;
- Demais desenhos que elucidem o projeto; e
- Memória de cálculo do dimensionamento do pavimento.

As especificações técnicas do Projeto de Pavimentação dizem respeito tanto ao desenvolvimento dos trabalhos como à forma de apresentação do projeto.

6.7.1. Concepção do Projeto

Os parâmetros de projeto deverão atender aos seguintes itens:

- A projetista deve justificar a opção por jazidas produzidas ou comerciais para os materiais a serem utilizados na pavimentação (jazida, areal e pedreira). As alternativas porventura existentes deverão ser objeto de estudos comparativos;
- O volume utilizável (pesquisado) das ocorrências de materiais, principalmente das jazidas de materiais granulares, deverá ser suficiente para suprir o volume previsto de todos os serviços de pavimentação;
- No caso de indicação de utilização de ocorrências comerciais ou ocorrências com elevadas distâncias de transportes, deverá ser apresentado atestado da Superintendência Regional ou da fiscalização de campo do Contrato;
- Os números N utilizados deverão ser iguais aos obtidos nos Estudos de Tráfego para os diferentes cenários de período de projetos analisados;
- Para trechos com predominância de aterros superiores a 60 cm, deverão ser adotados os valores de ISC dos materiais usados para efetuar a terraplenagem;
- Deverão ser indicadas as especificações de serviços referentes ao tipo de material utilizado como solução para as camadas de reforço do subleito (se necessário), da sub-base, da base e do revestimento.

6.7.2. Referencial Técnico do Projeto de Pavimentação a ser considerado na elaboração do projeto

- Manual de Pavimentação – DNIT IPR-719/2006;
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários/Instruções para Apresentação de Relatórios – DNIT IPR-727/2006;
- Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários/Instruções para Acompanhamento e Análise – DNIT IPR-739/2010;
- Coordenação de Projetos de Infraestrutura Terrestre/CGDESP IS 211 – Projeto de Pavimentos Flexíveis DNIT IPR-726/2006;
- Pavimentação – Regularização do subleito -Especificação de serviço DNIT 137/2010-ES;
- Pavimentação – Reforço do subleito -Especificação de serviço – DNIT 138/2010-ES;
- Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço – DNIT 139/2010-ES;
- Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente -Especificação de serviço – DNIT 141/2010-ES.

6.8. PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA

O projetista deverá atender aos escopos estabelecidos pela IS-215 – Projeto de Sinalização – DNIT IPR-726/2006. Esses conteúdos estão listados a seguir.

- Descrição do Projeto de Sinalização;
- Discriminação de todos os serviços e de todas as quantidades;
- Planta contendo a localização e os tipos dos dispositivos de sinalização ao longo das vias, das interseções e dos acessos em projeto;
- Planta contendo detalhes estruturais de montagem e fixação de pórticos, de placas, de sinais, de detalhes de sinalização horizontal, etc.;
- Justificativa das soluções indicadas;
- Memória de cálculo;
- Memória descritiva;
- Notas de Serviço.

6.8.1. Especificações Técnicas

Este projeto deverá ser guiado pelas recomendações do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (Vols. I a IV), publicado pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), do Guia Prático do BR-Legal, do Manual de Sinalização Rodoviária (DNIT IPR-743/2010) e do Manual de Projeto e Práticas Operacionais para Segurança nas Rodovias (DNIT IPR-741/2010).

6.8.2. Projeto de Sinalização Horizontal

O Projeto de Sinalização Horizontal deve ser apresentado de maneira legível e deve ser composto por marcas longitudinais, transversais e por inscrições no pavimento, complementado por dispositivos auxiliares de segurança de trânsito.

Deverá conter as especificações de todos os materiais a empregar e serviços a executar, bem como a apresentação de quadros com os quantitativos por tipo de dispositivo, contendo as informações sobre material, localização georreferenciada, serviços, etc.

6.8.3. Projeto de Sinalização Vertical

O Projeto de Sinalização Vertical deverá conter indicações, localização, dimensões e tipos de suporte, abrangendo os seguintes tipos de placas: advertência, regulamentação, indicação (localidades), orientação (serviços), educativas.

Além dos itens citados, deverá ser apresentado o tipo de suporte de cada placa, isto é, se serão suspensas em pórticos, semipórticos ou postes (com braços projetados ou não) e placas em colunas. Esses suportes deverão ser adequadamente detalhados e dimensionados, a fim de evitar o superdimensionamento ou o subdimensionamento.

Deve-se considerar detalhes, como tipo de fixação da placa no suporte, fundação do pórtico e semipórticos ou, se for o caso, fixação em muretas centrais, laterais ou outros dispositivos.

Todas as placas deverão ser diagramadas com o intuito de determinar dimensões e auxiliar no processo construtivo.

Devem ser informadas as alturas das letras (em função da velocidade da via) e os tipos de caixa (maiúscula ou minúscula).

Substratos e suportes de fixação das placas deverão seguir as especificações do BR-Legal.

O projeto deve apresentar, para efeito de orçamento, quadro com os quantitativos correspondente a cada tipo de placa a ser instalada, bem como o tipo de película refletiva, os suportes e a localização georreferenciada de cada placa.

6.8.4. Referencial Técnico do Projeto de Sinalização a ser considerado na elaboração do projeto.

- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (Vol. I) DENATRAN/CONTRAN-2007;
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (Vol. II) DENATRAN/CONTRAN-2007;
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (Vol. III) DENATRAN/CONTRAN-2014;
- Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (Vol. IV) DENATRAN/CONTRAN-2007;
- IS-215 – Projeto de Sinalização DNIT IPR-726/2006;
- Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias DNIT IPR-738/2010;
- Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT - DNIT IPR-743/2010;
- Manual de Projeto e Práticas Operacionais para Segurança nas Rodovias DNIT IPR-741/2010;
- Instrução de Serviço/DG 04 – Manual do Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária – BR-Legal IS/DG nº 04/2016;
- Sinalização Horizontal Viária - Plástico a frio a base de resina metacrílicas reativas - Fornecimento e Aplicação ABNT NBR 15486:2016;
- Sinalização Horizontal Viária - Termoplástico alto-relevo aplicado pelo processo de extrusão mecânica ABNT NBR 15543:2015.

7. SERVIÇOS INICIAIS

7.1. MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO

Os serviços de mobilização e desmobilização são definidos como o conjunto de operações que o executor deve providenciar com intuito de transportar seus recursos, em pessoal e equipamentos, até o local da obra, e fazê-los retornar ao seu ponto de origem, ao término dos trabalhos.

Todo o preparo da área para o canteiro de obras em geral, inclusive construções, acessos, rampas, escadas, plataformas, ligações de energia elétrica, água e esgoto, manutenção do canteiro e demais serviços relacionados ao bom funcionamento dele será de inteira responsabilidade da Contratada, e ela deve considerar tais itens na composição de custos do item mobilização e desmobilização da obra.

Todos os serviços referentes a mobilização e desmobilização dos equipamentos, materiais e pessoal realizados no decorrer de toda a execução estão inseridos no item mobilização e desmobilização.

As remunerações correspondentes à MOBILIZAÇÃO e à DESMOBILIZAÇÃO da CONTRATADA serão efetuadas na medição em que forem sendo realizados os deslocamentos. Os valores a serem pagos corresponderão aos valores descritos na planilha orçamentária. A última DESMOBILIZAÇÃO será medida quando da última fatura após a emissão do Termo de Recebimento Definitivo dos serviços.

7.2. PLACA DOS SERVIÇOS

A placa de serviços deverá ter dimensões de 3,60 x 1,80 m. O modelo e detalhes da placa estão em anexo aos Termos de Referência, sendo esta independente da exigida pelos órgãos de fiscalização de classe.

Será executada em chapa galvanizada nº 22 laminada a frio, com tratamento anticorrosivo, pintada com esmalte sintético nas cores padrão, conforme modelo de placas do Governo Federal. As placas deverão ser molduradas com caibros de madeira e terão como suporte de sustentação pontaletes de madeira mista de 7,5 x

7,5 cm e caibros de 5 x 4 cm, pintados em duas demãos com tinta esmalte sintético. A parte traseira da placa será apoiada em 2 cavaletes, no mínimo.

As inscrições deverão ter todas as informações básicas sobre os serviços. A placa será localizada em ponto estratégico a ser definido pela fiscalização. A contratada é responsável pela manutenção das placas até o final dos serviços, tendo que substituí-las ou repô-las caso haja algum imprevisto quanto a roubos ou vandalismos. Na confecção das placas serão usadas madeiras mistas que possam sustentar a placa até a emissão do Termo de Encerramento Físico do contrato.

A medição deste item será feita por metro quadrado de placa instalada após inspeção e aprovação pela fiscalização, desde que ela esteja coerente com as especificações técnicas e instaladas corretamente no local pré-determinado pela fiscalização.

8. SERVIÇOS PRELIMINARES

8.1. ADMINISTRAÇÃO LOCAL E MANUTENÇÃO DO CANTEIRO

Os custos diretos de administração local são constituídos por todas as despesas incorridas na montagem e na manutenção da infraestrutura dos serviços compreendendo as seguintes atividades básicas de despesas: Chefia de serviços, Administração do contrato, Engenharia e planejamento, Segurança do trabalho, Produção e Gestão de materiais, apoio ao comboio de serviços, sinalizações dos locais. Incluem-se aí todas as despesas para a realização dos serviços de controle tecnológico e medições, tais como os equipamentos de topografia, dos laboratórios de controle tecnológico de solos e concreto, inclusive manutenção e pessoal de apoio e execução, devendo estar contemplado estes itens na proposta no preço estabelecido.

Não será admitido pela fiscalização qualquer tipo de paralisação da frente de serviço em execução por falta de apoio logístico, o que será motivo para descontos ou mesmo não pagamento do item Administração Local na medição. Será pago conforme o percentual de serviços executados (execução física) no período, limitando-se ao recurso total destinado para o item, sendo que ao final da obra o item será pago 100%.

Deverão ser submetidos à aprovação da fiscalização os protótipos ou as amostras dos materiais e equipamentos a serem aplicados nos serviços de engenharia objeto do contrato, inclusive os traços dos concretos a serem utilizados. Os ensaios, testes, exames e provas exigidos por normas técnicas oficiais para a boa execução do objeto correrão por conta da CONTRATADA e, para garantir a qualidade dos serviços, deverão ser realizados em laboratórios aprovados pela fiscalização.

8.2. INSTALAÇÃO DE CANTEIRO DE OBRAS

A CONTRATADA deverá apresentar à Codevasf, antes do início dos trabalhos, a identificação da área para implantação do canteiro de obras e o “layout” das instalações e edificações previstas, bem como a área para implantação do laboratório de ensaios de campo, quando for o caso.

Será admitida a implantação de um canteiro de obras provisório de apoio logístico em lugar estratégico da localização da obra, para acomodação da mão de obra, materiais e equipamentos; constituindo de instalações elétricas básicas, inclusive contra incêndio e raio, e instalações hidrossanitárias (ou banheiros químicos com a

devida manutenção e higiene), sendo que todos os ambientes devem ser providos de boa iluminação, ventilação e conforto térmico.

A Licitante vencedora é responsável, desde o início dos serviços até o encerramento do contrato, pelo pagamento integral das despesas referentes a água, energia elétrica, telefone, taxas, impostos e quaisquer outros tributos que venham a ser cobrados como consequência da permanência de sua equipe, durante a realização dos serviços contratados. Poderá ser exigida a apresentação e entrega a Codevasf das cópias dos comprovantes dos pagamentos para controle. Já a remuneração referente à instalação do canteiro será efetuada assim que ele for devidamente instalado.

9. TERRAPLENAGEM

Define-se terraplenagem como o conjunto de operações necessárias à escavação e movimentação de solos e rochas, removendo-se o excesso de material de uma região para outra em função de sua escassez. A execução dos serviços de terraplenagem envolve a realização das seguintes operações principais:

- Escavação;
- Carregamento ou Carga;
- Transporte;
- Descarregamento ou descarga e espalhamento;
- Compactação de aterros.

As operações principais de terraplenagem, excetuando-se a compactação dos aterros, podem ser realizadas por apenas um equipamento, como no caso dos tratores de esteira em pequenas distâncias, ou por patrulhas constituídas por diferentes equipamentos, como na utilização combinada de unidades escavo carregadoras (escavadeiras e carregadeiras) e de transporte (caminhões).

Os materiais de terraplenagem podem ser classificados em 3 categorias, a saber:

- Materiais de 1ª Categoria - Compreendem os materiais facilmente escaváveis com equipamentos comuns (scrapers, tratores, escavadeiras, carregadeiras, etc.), qualquer que seja o teor de umidade. São caracterizados como solos residuais ou sedimentares, rochas em adiantado estado de decomposição, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 metros;
- Materiais de 2ª Categoria - Compreendem os materiais mais resistentes ao desmonte e que não admitem a utilização de equipamentos comuns sem a realização de tratamentos prévios (pré-escarificação ou utilização descontínua de explosivos). São caracterizados por pedras soltas, blocos de rocha de volume inferior a 2 m³ e matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15 m e 1 metro;
- Materiais de 3ª Categoria - Compreendem os materiais que admitem desmonte pelo emprego contínuo de explosivos ou de técnicas equivalentes de desmonte a frio. São caracterizados por materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada e por blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1 m, ou de volume igual ou superior a 2 m³.

9.1. DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

9.1.1. Limpeza Manual do Terreno

Para se iniciar qualquer construção, seja de instalação de um canteiro de obras ou para a execução de um projeto de infraestrutura de transportes, o terreno deve estar adequadamente limpo, ou seja, todo o material



não desejável deve ter sido retirado. Os serviços de limpeza manual de terrenos devem ser medidos por área efetivamente executada, em metros quadrados, conforme as indicações de projeto.

9.1.2. Escavação, Carga e Transporte com Carregadeira de Pneus, Trator de Esteiras e Caminhão

Os serviços de escavação, carga e transporte de materiais com utilização de carregadeira, trator de esteiras e caminhões basculantes devem ser medidos em metros cúbicos, em função do volume de material extraído e a respectiva dificuldade em sua extração, medido e avaliado no corte (volume “in natura”), e da distância de transporte percorrida entre o corte e o local de deposição. A sistemática a ser empregada para execução dos serviços de escavação, carga e transporte dos materiais encontra-se disciplinada na Especificação de Serviço DNIT nº 106/2009 - Terraplenagem - Cortes.

9.1.3. Escavação Carga e Transporte com Escavadeira Hidráulica e Caminhão

Os serviços de escavação, carga e transporte de materiais com a utilização de escavadeira hidráulica e de caminhões basculantes devem ser medidos em metros cúbicos, em função do volume de material extraído e da respectiva dificuldade em sua extração, medido e avaliado no corte (volume “in natura”), e da distância de transporte percorrida entre o corte e o local de deposição. A sistemática a ser empregada para execução dos serviços de escavação, carga e transporte dos materiais encontra-se disciplinada na Especificação de Serviço DNIT nº 106/2009 - Terraplenagem - Cortes.

9.1.4. Compactação Manual e Apiloamento Manual

Os serviços de compactação manual são realizados com a utilização de um soquete vibratório, enquanto no apiloamento, os serviços são realizados por um servente com soquete manual.

9.1.5. Compactação com Rolo Pé-de-Carneiro

A Especificação de Serviço DNIT nº 108/2009, referente à compactação de aterros, exige que o corpo do aterro deva ser executado em camadas com espessura máxima de 0,30 m, compactadas até atingirem a massa específica aparente seca correspondente a 100% da massa específica máxima seca obtida no ensaio de compactação, executado com a energia Proctor Normal. Já as camadas finais do aterro deverão ser executadas em camadas com espessura de até 0,20 m, compactadas até atingirem um grau de compactação mínimo de 100%, em relação à massa específica máxima seca obtida no ensaio de compactação com a energia Proctor Intermediário.

Os serviços de compactação de aterros devem ser medidos em metros cúbicos, em função da nota de serviço expedida e da seção transversal projetada, separando-se as parcelas referentes ao corpo e à camada final do aterro. Os referidos serviços envolvem a execução de várias operações, a saber: a descarga e o espalhamento do material em camadas, o ajuste e homogeneização da umidade do solo, a compactação propriamente dita e o respectivo acabamento do aterro. São consideradas integrantes dos processos: as operações referentes ao acabamento final da plataforma e dos taludes e à preservação ambiental destacadas na Especificação de Serviço DNIT nº 108/2009 - Terraplenagem - Aterros.

9.1.6. Limpeza Superficial de Camada Vegetal em Jazida

A limpeza superficial da camada vegetal em jazida é realizada por meio de laminagem com trator de esteiras em uma espessura de 0,15 m. A operação se processa até o enchimento da lâmina, sendo então o material transportado até fora dos limites da área de limpeza. Os serviços de limpeza superficial de camada vegetal de jazida devem ser medidos em metros quadrados em função da área efetivamente trabalhada, conforme preconizado na Especificação de Serviço DNIT nº104/2009 - Terraplenagem - Serviços Preliminares.

9.1.7. Escavação e Carga de Material de Jazida

O serviço de escavação e carga de material de jazida pode ser executado por escavadeira hidráulica ou pelo binômio trator e carregadeira. Os serviços de escavação e carga de material de jazida devem ser medidos em metros cúbicos, em função do volume efetivamente escavado no corte.

10. PAVIMENTAÇÃO

10.1. REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO

O serviço consiste em uma operação destinada a conformar o leito estradal, transversal e longitudinalmente, obedecendo às larguras e cotas constantes das notas de serviço de regularização de terraplenagem do projeto, compreendendo cortes ou aterros de até 20 cm de espessura. A medição do serviço de regularização do subleito deve ser realizada em função da área de plataforma efetivamente executada.

10.1.1. Condições Gerais

- A regularização deve ser executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento;
- Cortes e aterros com espessuras superiores a 20 cm devem ser executados previamente à execução da regularização do subleito, de acordo com as especificações de terraplenagem DNIT 105/2009- ES, DNIT 106/2009-ES, DNIT 107/2009-ES e DNIT 108/2009-ES;
- Não deve ser permitida a execução dos serviços objeto desta Norma em dias de chuva;
- É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.

10.1.2. Material

Os materiais empregados na regularização do subleito devem ser preferencialmente os do próprio. Em caso de substituição ou adição de material, estes devem ser provenientes de ocorrências de materiais indicadas no projeto e apresentar as características estabelecidas na alínea “d” da subseção 5.1-Materiais, da Norma DNIT 108/2009-ES: Terraplenagem – Aterros – Especificação de Serviço, quais sejam, a melhor capacidade de suporte e expansão $\leq 2\%$, cabendo a determinação da compactação de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de Compactação – Norma DNIT 172/2013-ME, na energia definida no projeto;
- Ensaio de índice de Suporte Califórnia – ISC – Norma DNER-ME 49/94, com a energia do Ensaio de Compactação.

Quando submetidos aos ensaios de caracterização DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 122/94, devem atender ao que se segue:

- Não possuir partículas com diâmetro máximo acima de 76 mm (3 polegadas);
- O Índice de Grupo (IG) deve ser no máximo igual ao do subleito indicado no projeto.

A equipe mecânica é complementada pelos seguintes equipamentos:

- Grade de discos rebocável;
- Trator agrícola;
- Caminhão tanque - capacidade 10.000 l;
- Rolo compactador pé de carneiro vibratório autopropelido;
- Rolo compactador de pneus autopropelido.

O equipamento fresador e o distribuidor de solos executam o serviço de regularização do subleito numa única passagem e é o líder dessa equipe mecânica. Este equipamento possui capacidade de descartar o excesso de material porventura existente, garantindo a geometria da seção-tipo do projeto com grande produtividade. A base de seu funcionamento está na utilização de uma linha paralela ao greide projetado, que deve ser materializada no terreno pela equipe de topografia. O equipamento possui um sensor eletrônico que se desloca sobre essa linha e transmite para os comandos da máquina as posições corretas para seus instrumentos de corte, para que, tanto longitudinal (greide) quanto transversalmente (abaulamento), a superfície acabada fique nas cotas corretas do projeto.

10.1.3. Execução

Toda a vegetação e material orgânico porventura existentes no leito da rodovia devem ser removidos. Após a execução de cortes, aterros e adição do material necessário para atingir o greide de projeto, deve-se proceder à escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

10.1.4. Controle dos Insumos

Os materiais utilizados na execução da regularização do subleito devem ser rotineiramente examinados mediante a execução dos seguintes procedimentos:

- Ensaios de caracterização do material espalhado na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra, para cada 200 m de pista ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização, para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso de materiais homogêneos;
- Ensaios de compactação pelo método DNER-ME 129/94, para o material coletado na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra para cada 200 m de pista ou jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida a critério da Fiscalização, para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso de materiais homogêneos;
- Ensaios de Índice de Suporte Califórnia (ISC) e Expansão, pelo método DNER-ME 049/94, com energia de compactação, para o material coletado na pista, a cada 400 m em locais escolhidos aleatoriamente, onde foram retiradas amostras para o ensaio de compactação. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização, para uma amostra a cada 800 m de extensão, no caso de materiais homogêneos;
- A frequência indicada para a execução de ensaios é a mínima aceitável. Para pistas de extensão limitada, com área de até 4.000 m², devem ser coletadas pelo menos 5 amostras, para execução do controle dos insumos.

10.1.5. Controle da execução



O controle da execução da regularização do subleito deve ser exercido mediante a coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória. Devem ser efetuados as seguintes determinações e ensaios:

- Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação, para cada 100 m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente (método DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94). A tolerância admitida para a umidade higroscópica deve ser de $\pm 2\%$ em relação à umidade ótima;
- Ensaio de massa específica aparente seca “in situ”, determinada pelos métodos DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Para pistas de extensão limitada, com volumes de, no máximo, 1.250 m³ de material, devem ser feitas, pelo menos, cinco determinações para o cálculo de grau de compactação (GC);
- Os cálculos de grau de compactação devem ser realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ” obtida na pista. Não devem ser aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no laboratório.

10.1.6. Verificação do produto

Após a execução da regularização do subleito, deve-se proceder ao controle geométrico, mediante a relocação e o nivelamento do eixo e das bordas, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- ± 10 cm, quanto à largura da plataforma;
- até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- ± 3 cm em relação às cotas do greide do projeto.

10.1.7. Plano de amostragem – Controle tecnológico

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da execução e do produto devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97. O tamanho das amostras deve ser documentado e previamente informado à Fiscalização.

10.1.8. Critérios de medição

A medição do serviço de regularização do subleito deve ser realizada em função da área de plataforma efetivamente executada.

10.2. REFORÇO DO SUBLEITO

O serviço consiste na execução, sobre o subleito regularizado e compactado, de uma camada de solo estabilizado granulometricamente, com objetivo de reduzir as espessuras das camadas do pavimento, no caso de baixa capacidade de suporte do subleito. Os materiais normalmente utilizados são solos ou misturas de solos, extraídos de jazidas, desde que sua qualidade seja superior à do subleito.

10.2.1. Estabilização granulométrica

Processo de melhoria da capacidade resistente de materiais “in natura” ou mistura de materiais, mediante emprego de energia de compactação adequada, de forma a se obter um produto final com propriedades adequadas de estabilidade e durabilidade.



10.2.2. Condições gerais

- Não deve ser permitida a execução dos serviços objeto desta Norma em dias de chuva;
- É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.

10.2.3. Material

Os materiais constituintes do reforço do subleito devem apresentar as características estabelecidas na alínea “d” da subseção 5.1 – Material, da Norma DNIT 108/2009- ES: Terraplenagem – Aterros – Especificação de Serviço, quais sejam, a melhor capacidade de suporte e expansão \leq a 2 %, cabendo a determinação dos valores de CBR e de expansão pertinente, por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de Compactação – Norma DNER-ME 129/94, na energia do Método B, ou maior que esta;
- Ensaio de índice Suporte Califórnia – ISC – Norma DNER-ME 49/94, com energia do Ensaio de Compactação.

Os materiais constituintes são solos ou mistura de solos, de qualidade superior à do subleito. Quando submetidos aos ensaios de caracterização DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 122/94, o Índice de Grupo (IG) deverá ser, no máximo, igual ao do subleito indicado no projeto. Índice Suporte Califórnia - ISC - igual ou maior aos indicados no projeto, e Expansão \leq 2%, determinados através dos ensaios:

- Ensaio de Compactação - DNER-ME 129/94, na energia de compactação indicada no projeto;
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia - DNERME 049/94, com a energia do ensaio de compactação.

A equipe mecânica empregada nos serviços de reforço do subleito é composta pelos seguintes equipamentos:

- Grade de discos rebocável;
- Motoniveladora;
- Rolo compactador de pneus autopropelido;
- Caminhão tanque com capacidade de 10.000 l;
- Trator agrícola;
- Rolo compactador pé de carneiro vibratório autopropelido.

10.2.4. Execução

A execução do reforço do subleito compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais na pista, seguidas de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada e nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada. Quando houver necessidade de executar camada de reforço com espessura final superior a 20 cm, estas devem ser subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de reforço deve ser de 10 cm, após a compactação.

10.2.5. Controle dos insumos

Os materiais utilizados na execução do reforço do subleito devem ser rotineiramente examinados, mediante a execução dos seguintes procedimentos:



- Ensaios de caracterização do material espalhado na pista em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização, para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso de materiais homogêneos;
- Ensaios de compactação pelo método DNER-ME 129/94, com energia do Método B, ou maior que esta, para o material coletado na pista em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização, para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso de materiais homogêneos;
- Ensaios de Índice Suporte Califórnia - ISC e expansão pelo método DNER-ME 049/94, com energia de compactação para o material coletado na pista, a cada 400 m, em locais escolhidos aleatoriamente, onde foram retiradas amostras para o Ensaio de Compactação. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 400 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização, para uma amostra a cada 800 m de extensão, no caso de materiais homogêneos;
- A frequência indicada para a execução dos ensaios é a mínima aceitável, devendo ser compatibilizada com o Plano de Amostragem Variável;
- Para pistas de extensão limitada, com área de até 4.000 m², devem ser coletadas, pelo menos, cinco amostras, para execução do controle dos insumos.

10.2.6. Controle da execução

O controle da execução do reforço do subleito deve ser exercido mediante a coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável. Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios:

- Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100 m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente (método DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94). A tolerância admitida para a umidade higroscópica deve ser de $\pm 2\%$ em relação à umidade ótima;
- Ensaio de massa específica aparente seca “in situ” para cada 100 m de pista, por camada, determinada pelos métodos DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Para pistas de extensão limitada, com áreas de, no máximo, 4000 m², devem ser feitas, pelo menos, cinco determinações por camada, para o cálculo do grau de compactação (GC);
- Os cálculos de grau de compactação devem ser realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ” obtida na pista. Não devem ser aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório.

10.2.7. Verificação do produto

Após a execução do reforço do subleito deve-se proceder ao controle geométrico, mediante a relocação e nivelamento do eixo e das bordas, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- ± 10 cm, quanto à largura da plataforma;
- até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- $\pm 10\%$, quanto à espessura da camada indicada no projeto.

10.2.8. Plano de amostragem – Controle tecnológico

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da execução e do produto devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela

Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97. O tamanho das amostras deve ser documentado e previamente informado à Fiscalização.

10.2.9. Critérios de medição

A medição do serviço de reforço do subleito deve ser realizada em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. Para remuneração do transporte do material de reforço do subleito, devem ser utilizadas as composições de custos específicas de momento de transporte. O volume deve ser calculado em função das larguras e espessuras médias obtidas no controle geométrico, não sendo consideradas quantidades superiores às indicadas no projeto.

10.3. SUB-BASE

A sub-base consiste em uma camada complementar à base, executada sobre o subleito ou reforço do subleito, devidamente compactado e regularizado, visando melhorar a distribuição das tensões verticais e também contribuir para as condições de drenagem do pavimento. A medição dos serviços de execução de sub-base deve ser realizada em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado.

10.3.1. Estabilização granulométrica

Processo de melhoria da capacidade resistente de materiais “in natura” ou mistura de materiais, mediante emprego de energia de compactação adequada, de forma a se obter um produto final com propriedades adequadas de estabilidade e durabilidade.

10.3.2. Condições gerais

- Não deve ser permitida a execução dos serviços, objeto desta Norma, em dias de chuva;
- É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los;

10.3.3. Material

- Os materiais constituintes são solos, mistura de solos, mistura de solos e materiais britados;
- Quando submetidos aos ensaios de caracterização DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 122/94, os materiais devem apresentar as seguintes características:
 - Índice de Grupo - IG igual a zero;
 - A fração retida na peneira nº 10 no ensaio de granulometria deve ser constituída de partículas duras, isentas de fragmentos moles, material orgânico ou outras substâncias prejudiciais.
- Índice de Suporte Califórnia – $ISC \geq 20\%$ e $Expansão \leq 1\%$, determinados através dos ensaios:
 - Ensaio de Compactação - DNER-ME 129/94, na energia do Método B, ou maior que esta;
 - Ensaio de Índice de Suporte Califórnia - DNER-ME 049/94, com a energia do ensaio de compactação.
- No caso de solos lateríticos, os materiais submetidos aos ensaios acima podem apresentar Índice de Grupo diferente de zero e expansão $> 1,0\%$, desde que no ensaio de expansibilidade (DNIT 160/2012-ME) apresente um valor inferior a 10%.

10.3.4. Equipamento



São indicados os seguintes equipamentos para a execução da sub-base:

- motoniveladora pesada, com escarificador;
- carro tanque distribuidor de água;
- rolos compactadores autopropulsados tipos pé-de-carneiro, liso-vibratórios e pneumáticos;
- grade de discos e/ou pulvimisturador;
- tratores de pneus;
- pá-carregadeira;
- arados de disco;
- central de mistura;
- sapos mecânicos ou rolos vibratórios portáteis.

10.3.5. Execução

A execução da sub-base compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais em central de mistura ou na pista, seguidas de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada. No caso de utilização de misturas de materiais devem ser obedecidos os seguintes procedimentos:

- Mistura prévia

Deve ser executada preferencialmente em centrais de mistura próprias para este fim. Caso as quantidades a serem executadas não justifiquem a instalação de central de mistura, a mesma pode ser feita com pá-carregadeira. No segundo caso, a medida-padrão pode ser a concha da pá carregadeira utilizada no carregamento do material. Conhecidos os números da medida-padrão de cada material que melhor reproduza a dosagem projetada, deve ser iniciado o processo de mistura em local próximo a uma das jazidas. Depositam-se alternadamente os materiais, em lugar apropriado e na proporção desejada. A mistura é então processada, revolvendo-se o monte formado com evoluções da concha da pá-carregadeira. Para evitar erros na contagem do número de medidas-padrão dos materiais, recomenda-se que a etapa descrita anteriormente seja executada dosando-se um ciclo da mistura por vez. Após a mistura prévia, o material é transportado, por meio de caminhões basculantes, depositando-se sobre a pista em montes adequadamente espaçados. Segue-se com o espalhamento pela ação da motoniveladora;

- Mistura na pista

A mistura na pista somente pode ser procedida quando na mesma for utilizado material da pista existente, ou quando as quantidades a serem executadas não justificarem a instalação de central de mistura. Inicialmente, deve ser distribuído na pista o material que entra na composição da mistura em maior quantidade. Segue-se o espalhamento do segundo material, em quantidade que assegure o atendimento à dosagem e à espessura pretendida. O material espalhado deve receber adequada conformação, de forma que a camada apresente espessura constante;

- Espalhamento

O material distribuído é homogeneizado mediante ação combinada de grade de discos e motoniveladora. No decorrer desta etapa, devem ser removidos materiais estranhos ou fragmentos de tamanho excessivo.

- Correção e homogeneização da umidade

A variação do teor de umidade admitido para o material para início da compactação é de menos 2 pontos percentuais até mais 1 ponto percentual da umidade ótima de compactação. Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder ao umedecimento da camada com caminhão-tanque distribuidor de água, seguindo-se a homogeneização pela atuação de grade de discos e motoniveladora. Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, deve-se aerar o material mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora, para que o material atinja o intervalo da umidade especificada. Concluída a correção e homogeneização da umidade, o material deve ser conformado, de maneira a se obter a espessura desejada após a compactação.

- Espessura da camada compactada

A espessura da camada compactada não deve ser inferior a 10 cm nem superior a 20 cm. Quando houver necessidade de se executar camadas de sub-base com espessura final superior a 20 cm, estas devem ser subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de sub-base deve ser de 10 cm, após a compactação. Nesta fase devem ser tomados os cuidados necessários para evitar a adição de material na fase de acabamento.

- Compactação

Na fase inicial da obra devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferentes de execução, na sequência operacional de utilização dos equipamentos, de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação. Deve-se estabelecer o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para atingir o grau de compactação especificado. Deve ser realizada nova determinação, sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelas bordas. Nos trechos em tangente, a compactação deve prosseguir das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha base, o eixo. Os percursos ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa coberta no percurso anterior. Nos trechos em curva, havendo superelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente. Nas partes adjacentes ao início e ao fim da subbase em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha base, o eixo. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for recomendável, tais como cabeceiras de pontes e viadutos, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portáteis ou sapos mecânicos.

Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego de carro-tanque distribuidor de água. Esta operação é exigida sempre que o teor de umidade estiver abaixo do limite inferior do intervalo de umidade admitido para a compactação.

- Acabamento

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos de pneus e liso-vibratório. A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

- Abertura ao tráfego

A sub-base estabilizada granulometricamente não deve ser submetida à ação do tráfego. A extensão máxima a ser executada deve ser aquela para a qual pode ser efetuado de imediato o espalhamento do material da camada seguinte, de forma que a sub-base já liberada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

10.3.6. Controle dos Insumos

Os materiais utilizados na execução da sub-base devem ser rotineiramente examinados, mediante a execução dos seguintes procedimentos:

- Ensaios de caracterização do material espalhado na pista pelos métodos DNER-ME 080/94, DNERME 082/94 e DNER/ME 122/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização, para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos.
- Ensaios de compactação pelo método DNER-ME 129/94, com energia do Método B, ou maior que esta, para o material coletado na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida a critério da Fiscalização, para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos.
- No caso da utilização de material britado ou mistura de solo e material britado, a energia de compactação de projeto pode ser modificada quanto ao número de golpes, de modo a se atingir o máximo da densificação determinada em trechos experimentais, em condições reais de trabalho no campo.
- Ensaios de Índice de Suporte Califórnia - ISC e expansão pelo método DNER-ME 049/94, na energia de compactação para o material coletado na pista, a cada 400 m, em locais escolhidos aleatoriamente onde foram retiradas amostras para o ensaio de compactação. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização, para uma amostra a cada 800 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos.
- A frequência indicada para a execução dos ensaios é a mínima aceitável. Para pistas de extensão limitada, com área de até 4.000 m², devem ser coletadas pelo menos cinco amostras, para execução do controle dos insumos.

10.3.7. Controle da execução

O controle da execução da sub-base estabilizada granulometricamente deve ser exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável. Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios:

- Ensaio do fator de umidade do material, imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100 m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente (métodos DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94). A tolerância admitida para o teor de umidade é de dois pontos percentuais em relação à umidade ótima.

- Ensaio de massa específica aparente seca “in situ” para cada 100 m de pista, por camada, determinada pelos métodos DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Para pistas de extensão limitada, com áreas de, no máximo, 4.000 m², devem ser feitas pelo menos cinco determinações por camada para o cálculo do grau de compactação (GC).
- Os cálculos de grau de compactação devem ser realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ” obtida na pista. Não devem ser aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100%.

10.3.8. Verificação do produto

A verificação final da qualidade da camada de sub-base (Produto) deve ser exercida através das determinações executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável. Após a execução da sub-base deve-se proceder ao controle geométrico mediante a relocação e nivelamento do eixo e bordas, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- ± 10 cm, quanto à largura da plataforma;
- até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- $\pm 10\%$, quanto à espessura da camada indicada no projeto.

10.3.9. Plano de amostragem – Controle tecnológico

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da execução e do produto devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97. O tamanho das amostras deve ser documentado e previamente informado à Fiscalização.

10.3.10. Critérios de Medição

A medição dos serviços de execução de sub-base deve ser realizada em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado.

10.4. BASE

A base é a camada do pavimento destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os adequadamente à camada subjacente, executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito devidamente regularizado e compactado.

10.4.1. Estabilização granulométrica

Processo de melhoria da capacidade resistente de materiais “in natura” ou mistura de materiais, mediante emprego de energia de compactação adequada, de forma a se obter um produto final com propriedades adequadas de estabilidade e durabilidade.

10.4.2. Condições Gerais

- Não deve ser permitida a execução dos serviços, objeto desta Norma, em dias de chuva;
- É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los;
- Não deve ser permitida a execução dos serviços, objeto desta Norma, em dias de chuva;

- É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.

10.4.3. Material

- Os materiais constituintes são solos, mistura de solos, mistura de solos e materiais britados;
- Quando submetidos aos ensaios de caracterização DNER-ME 080/94, DNERME 082/94 e DNER-ME 122/94, e ao ensaio DNER-ME 054/97, os materiais devem apresentar as características indicadas a seguir:
 - Devem possuir composição granulométrica satisfazendo a uma das faixas da Tabela abaixo a seguir, de acordo com o Número N de tráfego calculado segundo a metodologia do USACE;

Tipos	Para $N > 5 \times 10^6$				Para $N < 5 \times 10^6$		Tolerâncias
	A	B	C	D	E	F	
Peneiras							da faixa
	% em peso passando						de projeto
2"	100	100	-	-	-	-	± 7
1"	-	75-90	100	100	100	100	± 7
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-	± 7
Nº 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	10-100	± 5
Nº 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100	± 5
Nº 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70	± 2
Nº 200	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8-25	± 2

- A fração que passa na peneira nº 40 deve apresentar limite de liquidez inferior ou igual a 25%, e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%; quando esses limites forem ultrapassados, o equivalente de areia deve ser maior que 30%;
- A porcentagem do material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40.
- Índice Suporte Califórnia – $ISC \geq 60\%$ para Número $N \leq 5 \times 10^6$, $ISC \geq 80\%$ para Número $N > 5 \times 10^6$, e Expansão $\leq 0,5\%$, determinados através dos ensaios:
 - Ensaio de Compactação - DNER-ME 129/94, na energia do Proctor modificado, indicada no projeto;
 - Ensaio de Índice de Suporte Califórnia - DNER-ME 049/94, com a energia do ensaio de compactação.
- O agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras e resistentes, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, e isento de matéria vegetal ou outra substância prejudicial. Quando submetidos ao ensaio de abrasão Los Angeles (DNER-ME 035/98), não devem apresentar desgaste superior a 55%, admitindo-se valores maiores, no caso de, em utilização anterior, terem apresentado desempenho satisfatório.

10.4.4. Equipamento

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução da base:

- motoniveladora pesada, com escarificador;
- carro tanque distribuidor de água;

- rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, lisovibratório e pneumático;
- grade de discos e/ou pulvimisturador;
- pá-carregadeira;
- arado de disco;
- central de mistura;
- rolo vibratório portátil ou sapo mecânico.

10.4.5. Execução

A execução da base compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais, em central de mistura ou na pista, seguidas de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

- Mistura prévia

Deve ser executada preferencialmente em centrais de mistura próprias para este fim. Caso as quantidades a serem executadas não justifiquem a instalação de central de mistura, a mesma pode ser feita com pá-carregadeira. No segundo caso, a medida-padrão pode ser a concha da pá carregadeira utilizada no carregamento do material. Conhecidos os números da medida-padrão de cada material que melhor reproduza a dosagem projetada, deve ser iniciado o processo de mistura em local próximo a uma das jazidas. Depositar alternadamente os materiais, em lugar apropriado e na proporção desejada. A mistura deve ser processada após revolver o monte formado com evoluções da concha da pá-carregadeira. Para evitar erros na contagem do número de medidas-padrão dos materiais, a etapa descrita anteriormente deve ser executada após a dosagem de um ciclo da mistura, por vez. Após a mistura prévia, o material deve ser transportado, por meio de caminhões basculantes e depositado sobre a pista, em montes adequadamente espaçados. A seguir, deve ser realizado o espalhamento pela ação da motoniveladora;

- Mistura na pista

A mistura na pista somente pode ser procedida quando na mesma for utilizado material da pista existente, ou quando as quantidades a serem executadas não justificarem a instalação de central de mistura. Inicialmente, deve ser distribuído na pista o material que entra na composição da mistura em maior quantidade. A seguir, deve ser espalhado o segundo material, em quantidade que assegure o atendimento à dosagem e à espessura pretendidas. O material espalhado deve receber adequada conformação, de forma que a camada apresente espessura constante.

- Espalhamento

O material distribuído deve ser homogeneizado mediante ação combinada de grade de discos e motoniveladora. No decorrer desta etapa, devem ser removidos materiais estranhos ou fragmentos de tamanho excessivo.

- Correção e homogeneização da umidade

A variação do teor de umidade admitida para o material para início da compactação é de menos 2 pontos percentuais até mais 1 ponto percentual da umidade ótima de compactação. Caso o teor de umidade apresente valor abaixo do limite mínimo especificado, deve ser umedecida a camada através de caminhão-tanque irrigador, seguido de homogeneização pela atuação de grade de discos e motoniveladora. Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, o material deve ser aerado mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora, para que o material atinja o intervalo da umidade especificada. Concluída a correção e homogeneização da umidade, o material deve ser conformado, para obtenção da espessura desejada após a compactação.

- Espessura da camada compactada

Não deve ser inferior a 10 cm, nem superior a 20 cm. Quando houver necessidade de se executar camadas de base com espessura final superior a 20 cm, estas devem ser subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de base deve ser de 10 cm, após a compactação. Nesta fase devem ser tomados os cuidados necessários para evitar a adição de material na fase de acabamento.

- Compactação

Na fase inicial da obra devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferentes de execução, na sequência operacional de utilização dos equipamentos, de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação. Deve ser estabelecido o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para atingir o grau de compactação especificado. Deve ser realizada nova determinação, sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelas bordas. Nos trechos em tangente, a compactação deve prosseguir das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha base, o eixo. Os percursos ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa coberta no percurso anterior. Nos trechos em curva, havendo superelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente. Nas partes adjacentes ao início e ao fim da base em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha base, o eixo. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for recomendável, tais como cabeceira de pontes e viadutos, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portáteis ou sapos mecânicos.

Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego de carro-tanque distribuidor de água. Esta operação é exigida sempre que o teor de umidade estiver abaixo do limite inferior do intervalo de umidade admitido para a compactação.

- Acabamento

O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos de pneus e liso-vibratório. A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.

- Abertura ao tráfego

A base estabilizada granulometricamente não deve ser submetida à ação do tráfego, devendo ser imprimada imediatamente após a sua liberação pelos controles de execução, de forma que a base já liberada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

10.4.6. Controle dos insumos

Os materiais utilizados na execução da base devem ser rotineiramente examinados, mediante a execução dos seguintes procedimentos:

- Ensaios de caracterização e de equivalente de areia do material espalhado na pista pelos métodos DNER-ME 054/97, DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94, DNER-ME 122/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos, a critério da Fiscalização;
- Ensaios de compactação pelo método DNERME 129/94, com energia indicada no projeto, com material coletado na pista em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos, a critério da Fiscalização;
- No caso da utilização de mistura de solo e material britado, a compactação de projeto deve ser com a energia modificada, de modo a se atingir o máximo da densificação, determinada em trechos experimentais, em condições reais de trabalho no campo;
- Ensaios de Índice de Suporte Califórnia - ISC e expansão pelo método DNER-ME 049/94, na energia de compactação indicada no projeto para o material coletado na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada para cada 400 m de pista, ou por camada por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos, a critério da Fiscalização;
- A frequência indicada para a execução de ensaios é a mínima aceitável. Para pistas de extensão limitada, com área de até 4.000 m², devem ser coletadas pelo menos 5 amostras, para execução do controle dos insumos.

10.4.7. Controle da execução

O controle da execução da base estabilizada granulometricamente deve ser exercido mediante a coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória. Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios:

- Ensaio de teor de umidade do material, imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100 m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente (métodos DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94). A tolerância admitida para o teor de umidade deve ser de 2 pontos percentuais em relação à umidade ótima;
- Ensaio de massa específica aparente seca “in situ” para cada 100 m de pista, por camada, determinada pelos métodos DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Para pistas de extensão limitada, com áreas de no máximo 4.000 m², devem ser feitas pelo menos cinco determinações por camada, para o cálculo do grau de compactação (GC);
- Os cálculos do grau de compactação devem ser realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ”, obtida na pista. Não devem ser aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100%.

10.4.8. Verificação do produto



Após a execução da base, deve-se proceder ao controle geométrico, mediante a relocação e nivelamento do eixo e bordas, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- ± 10 cm, quanto à largura da plataforma;
- até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- $\pm 10\%$, quanto à espessura da camada indicada no projeto.

10.4.9. Plano de amostragem – Controle tecnológico

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da execução e do produto devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97. O tamanho das amostras deve ser documentado e previamente informado à Fiscalização.

10.4.10. Critérios de Medição

A medição dos serviços de execução de base deve ser realizada em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado.

10.5. CAMADA DE ASSENTAMENTO

A camada de assentamento deve ser construída de materiais pétreos granulares e deve cumprir as seguintes especificações:

- A umidade do material de assentamento deve estar entre 3% e 7% no momento da aplicação;
- O material de assentamento deve cumprir as especificações da ABNT NBR 7211 quanto à presença de torrões de argila, materiais triáveis e impurezas orgânicas;
- A camada de assentamento deve ser uniforme e constante, com espessura de 5cm, com variação máxima de ± 2 cm, na condição não compactada, ou conforme especificação de projeto;
- A dimensão máxima característica do material de assentamento deve ser menor que 5 vezes a espessura da camada de assentamento já compactada.

Recomenda-se a seguinte distribuição granulométrica para o material de assentamento:

Abertura da peneira (ABNT NBR NM ISSO 3310-1)	Porcentagem retida, em massa (%)
6,3 mm	0 a 7
4,75 mm	0 a 10
2,36 mm	0 a 25
1,18 mm	5 a 50
600 μm	15 a 70
300 μm	50 a 95
150 μm	85 a 100
75 μm	90 a 100

Importante salientar que a porcentagem de material retido na peneira de 75 μ m depende da natureza mineralógica do material. Sob determinadas condições de localização do pavimento, o excesso de material retido nesta peneira pode acarretar em compactação excessiva da camada de assentamento, resultando em deformações do pavimento.

10.6. MATERIAL DE REJUNTAMENTO E JUNTAS:

O Rejuntamento deve ser executado com materiais pétreos granulares e deve cumprir as seguintes especificações:

- O material de rejuntamento deve cumprir as especificações da ABNT NBR 7211 quanto à presença de torrões de argila, materiais triáveis e impurezas orgânicas;
- Ser aplicado em juntas com espessura de 2 mm a 5 mm entre as peças de concreto.
- Casos específicos como trechos em curva, devem ser definidos em projeto.

Recomenda-se que o material de rejuntamento esteja seco no momento da aplicação, para facilitar o preenchimento das juntas, e que a distribuição granulométrica atenda ao descrito a seguir:

Abertura da peneira (ABNT NBR NM ISSO 3310-1)	Porcentagem retida, em massa (%)
4,75 mm	0 a 10
2,36 mm	0 a 25
1,18 mm	5 a 50
600 µm	15 a 70
300 µm	50 a 95
150 µm	85 a 100
75 µm	90 a 100

10.7. EXECUÇÃO DA CAMADA DE REVESTIMENTO:

10.7.1. Serviços Preliminares ao Assentamento

- Planejamento e Preparação:

Inicialmente, deve ser feito reconhecimento do local, com definição da área a ser pavimentada, das bordas e dos limites do pavimento, bem como dos acessos e locais para estocagem de materiais e equipamentos.

- A preparação da área a ser pavimentada deve prever:
 - Verificação do atendimento aos requisitos estabelecidos para o recebimento do subleito, sub-base e base;
 - Limpeza do local, com a retirada de materiais inadequados;
 - Isolamento e sinalização da área.
- Transporte e recebimento das peças de concreto para pavimentação:
 - O transporte até a obra deve ser realizado com as peças paletizadas ou cubadas e cintadas;
- O recebimento das peças de concreto na obra deve considerar que:
 - As informações da nota fiscal estejam em consonância com o produto;
 - A avaliação visual e dimensional atenda às especificações da ABNT NBR 9781, antes da liberação da descarga;
 - O descarregamento das peças seja manual ou mecanizado;
 - O empilhamento manual seja de no máximo 1,5 m de altura, em arranjo que garanta a estabilidade das pilhas.

10.7.2. Execução da camada de assentamento

- A camada de assentamento deve ser executada conforme as recomendações a seguir:
 - Espalhar o material de assentamento na frente de serviço, na quantidade suficiente para cumprir a jornada de trabalho;
 - Executar as mostras paralelamente à contenção principal, nivelando-as na espessura da camada de assentamento na condição não compactada, respeitando o caimento estabelecido;
 - Nivelar o material de assentamento manualmente por meio de régua metálica, correndo a régua sobre as mestras ou de modo mecanizado, resultando em uma superfície em irregularidades;
 - Uma vez espalhado, o material de assentamento não pode ser deixado no local aguardando a colocação das peças, devendo-se lançar apenas a quantidade suficiente para cumprir a jornada do trabalho prevista no dia, evitando-se deformações na camada;
 - No caso de danos de qualquer natureza na camada de assentamento, a área danificada deve ser refeita, podendo-se reaproveitar o material de assentamento, desde que atenda ao estabelecido previamente.

10.7.3. Assentamento das Peças

- O assentamento das peças de concreto deve ser executado conforme a seguir:
 - Assentar a primeira fiada de acordo com o padrão de assentamento estabelecido no projeto, respeitando o esquadro e o alinhamento previamente marcados;
 - O assentamento das peças deve ser manual ou mecanizado e deve ser executado sem modificar a espessura e uniformidade da camada de assentamento;
 - As peças não podem ser arrastadas sobre a camada de assentamento até a sua posição final;
 - Manter as linhas-guia à frente da área de assentamento das peças, verificando regularmente o alinhamento longitudinal e transversal;
 - Efetuar os ajustes de alinhamento das peças, mantendo as espessuras das juntas uniformes;
 - É recomendado o uso de espaçadores incorporados às peças de concreto para facilitar a obtenção de juntas com espessuras uniformes.

10.7.4. Execução do rejuntamento

- O rejuntamento deve ser executado conforme estabelecido a seguir:
 - Espalhar o material de rejuntamento seco sobre a camada de revestimento, formando uma camada fina e uniforme em toda a área executada;
 - Executar o preenchimento das juntas por processo de varrição do material de rejuntamento, até que as juntas sejam totalmente preenchidas.

10.7.5. Compactação

- A compactação deve ser executada por placas vibratórias que proporcionem a acomodação das peças na camada de assentamento, mantendo-se a regularidade da camada de revestimento sem danificar as peças de concreto e cumprindo o disposto a seguir:
 - A compactação deve ser realizada com sobreposição entre 15 cm a 20 cm em cada passada sobre a anterior;
 - Alternar a execução da compactação com o espalhamento do material de rejuntamento, até que as juntas tenham sido totalmente preenchidas;
 - A compactação deve ser executada até aproximadamente 1,5 m de qualquer frente de trabalho do assentamento, que não contenha algum tipo de contenção.

11. ENTREGA DA OBRA

A obra será entregue em perfeito estado de limpeza e conservação, em perfeitas condições de funcionamento e devidamente testada. Uma vistoria final da obra deverá ser feita pela CONTRATADA, antes da



comunicação oficial do término da mesma, acompanhada pela FISCALIZAÇÃO. Será, então, firmado o Termo de Entrega Provisória, em que deverão constar todas as pendências e/ou problemas verificados na vistoria.

12. PRESCRIÇÕES DIVERSAS

- Os serviços contratados serão executados rigorosamente de acordo com estas especificações, Normas da ABNT, projetos e demais elementos nele referidos;
- Todos os materiais serão fornecidos pela Empreiteira;
- É obrigatória a comprovação da regularidade ambiental e mineral em caso de exploração dos materiais, conforme legislação vigente;
- Toda a mão de obra será fornecida pela Empreiteira;
- Serão impugnados pela Fiscalização todos os trabalhos que não satisfaçam às condições contratuais. Ficará a Empreiteira obrigada a demolir e a refazer os trabalhos impugnados logo após a oficialização pela Contratante, ficando por sua conta exclusiva as despesas decorrentes dessas providências;
- Os materiais a serem empregados deverão ser novos, adequados aos tipos de serviços a serem executados e atenderem às Especificações. Em nenhuma hipótese será admitido o uso de resquícios de materiais de outras obras;
- A Empreiteira manterá na obra engenheiros, mestres, operários e funcionários administrativos em número e especialização compatíveis com a natureza dos serviços, bem como materiais em quantidades suficientes para execução dos trabalhos;
- A Empreiteira será responsável pelos danos causados a Contratante e a terceiros, decorrentes de sua negligência, imperícia e omissão;
- Caberá à Empreiteira toda a responsabilidade por quaisquer danos decorrentes de negligência durante a execução dos serviços, até a entrega definitiva dos mesmos;
- Serão de responsabilidade da Contratada a vigilância e proteção de todos os materiais e equipamentos no local dos serviços, inclusive do canteiro e demais instalações;
- A utilização de equipamentos, aparelhos e ferramentas deverão ser apropriados a cada serviço;
- Cabe à Empreiteira elaborar, de acordo com as necessidades da obra ou a pedido da Fiscalização, desenhos de detalhes de execução, os quais serão previamente examinados e autenticados, se for o caso, pela Contratante.