



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

DIRETORIA-GERAL

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS EM
TRANSPORTES
Setor de Autarquias Norte
Quadra 03 Lote A
Ed. Núcleo dos Transportes
Brasília – DF – CEP 70040-902
Tel./fax: (61) 3315-4831

DEZEMBRO 2023

PROJETO DE REVISÃO DE NORMA
DNIT 031 – ES

Pavimentação – Concreto asfáltico – Especificação de serviço

Autor: Instituto de Pesquisas de Transportes – IPR

Processo: 50600.030776/2019-81

Origem: Revisão da Norma DNIT 031/2006 – ES

Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de / /.

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-chave:

Concreto asfáltico, pavimento flexível, mistura asfáltica densa

Nº total de páginas

26

Resumo

Este documento estabelece a sistemática a ser empregada na produção e na execução de camada de pavimento, utilizando uma mistura asfáltica densa usinada a quente, composta por cimento asfáltico, agregados e material de enchimento. São também apresentados os requisitos concernentes a materiais, equipamentos, execução, condicionantes ambientais, controle da qualidade, plano de amostragem, condições de conformidade e não conformidade e os critérios de medição dos serviços.

Abstract

This document establishes the systematics for the execution of a pavement layer, using a dense hot mix asphalt, composed by asphalt binder, aggregates and mineral filler. Requirements related to materials, equipment's, execution, environmental conditioners, quality control, sampling plan, compliance and non-conformity conditions and service measurement criteria are also presented.

Sumário

Prefácio.....	1
1 Objetivo.....	1
2 Referências normativas	2
3 Definições	4

4 Condições gerais	5
5 Condições específicas	5
6 Condicionantes ambientais	14
7 Inspeções.....	16
8 Critérios de medição	21
Anexo A (Normativo) – Amostragem Variável.....	Erro!
Indicador não definido.	
Anexo B (Normativo) – Aplicação das tolerâncias.....	22
Anexo C (Informativo) – Bibliografia.....	25
Índice geral.....	26

Prefácio

A presente Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas de Transportes – IPR/DPP, conforme a Instrução Normativa nº 20/DNIT SEDE, de 1º de novembro de 2022 e a norma DNIT 001/2023 – PRO.

Esta publicação cancela e substitui a norma DNIT 031/2006 – ES, a qual foi tecnicamente revisada.

1 Objetivo

Esta Norma estabelece as condições exigíveis para a produção e a execução de camada de pavimento, quando empregada uma mistura asfáltica densa usinada a quente, composta por cimento asfáltico, agregados e material de enchimento.

2 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 024/94: Pavimento – Determinação das deflexões pela Viga Benkelman. Método de ensaio.
- b) _____. DNER – ME 035/98: Agregados – Determinação da abrasão “Los Angeles”. Método de ensaio.
- c) _____. DNER – ME 053/94: Misturas betuminosas – Porcentagem de betume. Método de ensaio.
- d) _____. DNER – ME 054/97: Equivalente de areia. Método de ensaio.
- e) _____. DNER – ME 078/94: Agregado – Adesividade a ligante betuminoso. Método de ensaio.
- f) _____. DNER – ME 079/94: Agregado graúdo – Adesividade a ligante betuminoso. Método de ensaio.
- g) _____. DNER – ME 148/94: Material betuminoso – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão (vaso aberto Cleveland). Método de ensaio.
- h) _____. DNER – ME 163/98: Materiais betuminosos – determinação da ductilidade. Método de ensaio.
- i) _____. DNER – PRO 273/96: Determinação de deflexões utilizando o deflectômetro de impacto tipo “Falling Weight Deflectometer” (FWD). Procedimento.
- j) _____. DNER – PRO 277/97: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços. Procedimento.
- k) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 095-EM: Cimento asfáltico de petróleo. Especificação de material.
- l) _____. DNIT 418 – EM: Pavimentação – Solo-Cal – Cal Virgem e Cal Hidratada. Especificação de material.
- m) _____. DNIT 105 – ES: Terraplenagem – Caminhos de serviço. Especificação de Serviço.
- n) _____. DNIT 144 – ES: Pavimentação – Imprimação com ligante asfáltico. Especificação de serviço.
- o) _____. DNIT 145 – ES: Pavimentação – Pintura de ligação com ligante asfáltico. Especificação de serviço.
- p) _____. DNIT 426 – IE: Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação dos parâmetros CDI e TDI. Instrução de ensaio.
- q) _____. DNIT 089 – ME: Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de solução de sulfato de sódio ou de magnésio. Método de ensaio.
- r) _____. DNIT 131 – ME: Materiais asfálticos – Determinação do ponto de amolecimento – Método do anel e bola. Método de Ensaio.
- s) _____. DNIT 135 – ME: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Determinação do módulo de resiliência. Método de ensaio.
- t) _____. DNIT 136 – ME: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Determinação da resistência à tração por compressão diametral. Método de ensaio.
- u) _____. DNIT 155 – ME: Material asfáltico – Determinação da penetração. Método de ensaio.
- v) _____. DNIT 158 – ME: Mistura asfáltica – Determinação da porcentagem de betume em mistura asfáltica utilizando o extrator soxhlet. Método de ensaio.
- w) _____. DNIT 180 – ME: Misturas asfálticas – Determinação do dano por umidade induzida – Método de ensaio.

- x) _____. DNIT 183 – ME: Pavimentação asfáltica – Ensaio de fadiga por compressão diametral à tensão controlada. Método de ensaio.
- y) _____. DNIT 184 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Ensaio uniaxial de carga repetida para determinação da resistência à deformação permanente. Método de ensaio.
- z) _____. DNIT 411 – ME: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Massa específica, densidade relativa e absorção de agregado miúdo para misturas asfálticas. Método de ensaio.
- aa) _____. DNIT 412 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Análise granulométrica de agregados graúdos e miúdos e misturas de agregados por peneiramento. Método de ensaio.
- bb) _____. DNIT 413 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Massa específica, densidade relativa e absorção de agregado graúdo para misturas asfálticas. Método de ensaio.
- cc) _____. DNIT 415 – ME: Pavimentação – Mistura asfáltica – Teor de vazios de agregados miúdos não compactados. Método de ensaio.
- 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 428 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Determinação da densidade relativa aparente e da massa específica aparente de corpos de prova compactados. Método de ensaio.
- hh) _____. DNIT 429 – ME: Agregados – Determinação de partículas achatadas e alongadas em agregados graúdos. Método de ensaio.
- ii) _____. DNIT 430 – ME: Pavimentação – Agregado – Percentual de partículas fraturadas. Método de ensaio.
- jj) _____. DNIT 431 – ME: Pavimentação – Misturas asfálticas – Densidade *in situ* usando densímetro não nuclear. Método de ensaio.
- kk) _____. DNIT 432 – ME: Pavimentação – Agregado – Determinação das propriedades de forma por meio de processamento digital de imagens (PDI). Método de ensaio.
- ll) _____. DNIT 439 – ME: Pavimentação – Ligante Asfáltico – Avaliação da tolerância ao dano de ligantes asfálticos usando varredura de amplitude linear (LAS). Método de ensaio.
- mm) _____. DNIT 011 – PRO: Gestão da qualidade em obras rodoviárias. Procedimento.
- nn) _____. DNIT 013 – PRO: Requisitos para a qualidade na execução de obras rodoviárias. Procedimento.
- oo) _____. DNIT 070 – PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras. Procedimento.
- pp) _____. DNIT 178 – PRO: Pavimentação asfáltica – Preparação de corpos de prova para ensaios mecânicos usando o compactador giratório Superpave ou o Marshall. Procedimento.
- qq) _____. DNIT 435 – PRO: Materiais rochosos usados em rodovias — Análise Petrográfica. Procedimento.
- rr) _____. DNIT 438 – PRO: Pavimentação – Misturas asfálticas – Método Bailey – Análise da granulometria de agregados para concreto asfáltico denso. Procedimento.
- ss) _____. DNIT 442 – PRO: Pavimentação – Levantamento do perfil longitudinal de pavimentos com perfilômetro inercial. Procedimento.
- tt) _____. DNIT XXX – ME: Mistura betuminosa a quente — Ensaio Marshall. Método de ensaio (Em consulta pública).

- uu) _____. DNIT XXX – PRO: Pavimentação asfáltica – Misturas asfálticas – Parâmetros volumétricos para dosagem de misturas asfálticas. Procedimento (Em análise após consulta pública).
- wv) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14950 – Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade Saybolt-Furol.
- ww) _____. ABNT NBR 15184 – Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando um viscosímetro rotacional.
- xx) _____. ABNT NBR 15235 – Materiais asfálticos – Determinação do efeito do calor e do ar em uma película delgada rotacional.
- yy) _____. ABNT NBR 15528 – Aditivos orgânicos melhoradores de adesividade para cimento asfáltico de petróleo. Avaliação para recebimento.
- 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 E 1960-07: Standard practice for calculating International Friction Index of a pavement surface.

3 Definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se as seguintes definições:

3.1 Agregado graúdo

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

3.2 Agregado miúdo

O agregado miúdo corresponde a todas as partículas minerais passantes na peneira nº 4 (4,75 mm) e retidas na peneira nº 200 (0,075 mm), para fins de caracterização.

3.3 Material pulverulento ou fíler

O fíler corresponde a todas as partículas minerais passantes na peneira nº 200 (0,075 mm), para fins de caracterização.

3.4 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).

3.5 Dimensão ou tamanho máximo

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.

3.6 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).

3.7 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 apresentando consistência e propriedades próprias para o uso direto na construção de pavimentos.

3.8 Melhorador de adesividade

Material utilizado para promover a afinidade físico-química 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 próprios para esta função (aditivos orgânicos melhoradores de adesividade – AMO) ou a cal hidratada.

3.9 Concreto Asfáltico

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

4 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 pista for superior a 10 °C.
- d) Todo carregamento de CAP que chegar à obra deve vir acompanhado de um certificado do fabricante/distribuidor, com os resultados dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação DNIT 095 – EM. Tais resultados são correspondentes à data de produção do CAP ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, caso o período entre os dois eventos ultrapassar 10 dias. Deve trazer também indicação clara da sua procedência, do tipo de CAP, a quantidade do conteúdo da carreta, a distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.
- e) É responsabilidade do 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 previamente executado um segmento experimental para avaliar a dosagem do concreto asfáltico, a compactação e o atendimento às definições do projeto de pavimentação (se houver). Se aprovado pela Fiscalização, os procedimentos adotados deverão ser replicados em toda a execução do segmento. Em uma eventual alteração dos insumos da mistura, um novo segmento experimental deverá ser executado.

- g) Na hipótese de rejeição dos serviços executados no segmento experimental, este deverá ser refeito, ajustando-se os procedimentos adotados, até que os parâmetros em análise estejam adequados.
- h) Antes do início dos serviços, deve ser implantada a sinalização adequada da obra, visando à segurança do tráfego, devendo ser efetuada sua manutenção permanente, durante a execução dos serviços. Atenção especial deve ser dada para a segurança do tráfego na operação do sistema siga/pare.

NOTA 1: O DNIT dispõe de um Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias (Publicação IPR – 738), o qual pode ser consultado, se necessário.

5 Condições específicas

5.1 Materiais

Os materiais constituintes do concreto asfáltico são: agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento, CAP e, se necessário, agente melhorador de adesividade, os quais devem satisfazer às normas e especificações indicadas nesta norma.

5.1.1 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.

5.1.2 Agregados

5.1.2.1 Agregado graúdo

O agregado graúdo pode ser rocha britada, escória, seixo rolado (preferencialmente britado) ou outro material indicado nas especificações complementares. Deve-se constituir de fragmentos sãos, 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 respeitada durante toda a obra. 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 % (DNER – ME 035/98 ou norma DNIT que venha a substituí-la), podendo-se admitir valores superiores, quando o agregado tiver apresentado, em utilização anterior, desempenho comprovadamente satisfatório.
- 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 ≤ 20 %, na relação 3:1 (DNIT 429 – ME).
- e) Forma e textura medidas pelo ensaio de processamento digital de imagens – PDI (DNIT 432 – ME), quando disponível e se especificado pelo projetista, atendendo as características definidas em projeto.
- f) Durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio com perda < 12 % ou pelo emprego de sulfato de magnésio com perda < 15 % (DNIT XXX – ME).
- g) Absorção ≤ 2 % (DNIT 413 – ME).
- h) Adesividade ao ligante asfáltico satisfatória (DNER – ME 078/94 ou norma DNIT que venha a substituí-la).

NOTA 2: O ensaio PDI (alínea “e”) substitui os ensaios preconizados nas alíneas “b”, “c”, “d” citados anteriormente.

5.1.2.2 Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser areia, pó de pedra, uma mistura de ambos ou outro material indicado nas especificações do DNIT. 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 respeitada durante toda a obra.

O agregado miúdo deve apresentar as seguintes características:

- a) Equivalente de areia ≥ 55 % (DNER – ME 054/97 ou norma DNIT que venha a substituí-la).
- b) Teor de vazios não compactados ≥ 45 % (DNIT 415 – ME).
- c) Adesividade ao ligante asfáltico satisfatória ou superior (DNER – ME 079/94 ou norma DNIT que venha a substituí-la), se a fonte do agregado miúdo for diferente da fonte do agregado graúdo.
- d) Forma e textura medidas pelo ensaio PDI (DNIT 432 – ME), quando disponível e se especificado em projeto, devendo atender aos limites especificados em projeto.

5.1.2.3 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 respeitada durante toda a obra.

A cal hidratada contribui para a melhoria da adesividade do CAP aos agregados. Deve-se respeitar a quantidade usada na dosagem, para atingir as características mecânicas previstas no dimensionamento do pavimento.

NOTA 3: Recomenda-se que a porcentagem de cal hidratada adicionada seja inferior a 2 %. Deve-se utilizar a menor quantidade necessária para evitar o enrijecimento excessivo da mistura e não comprometer os parâmetros volumétricos.

5.1.3 Melhorador de adesividade

Não havendo adesividade satisfatória entre o CAP e os agregados, deverá ser utilizado um melhorador de adesividade (AMO ou cal hidratada). A eficácia do melhorador deverá ser verificada através dos ensaios DNER – ME 078/94 e DNER – ME 079/94 (ou normas DNIT que venham a substituí-las), para os agregados, e do ensaio de determinação do dano por umidade induzida (DNIT 180 – ME), para o concreto asfáltico.

O tipo e a quantidade do melhorador de adesividade devem ser monitorados ao longo da obra, em função da avaliação de adesividade, pelos ensaios já citados.

5.2 Composição do concreto asfáltico

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

A curva granulométrica dos agregados do concreto asfáltico, determinada conforme a norma DNIT 412 – ME, deve-se enquadrar em uma das faixas granulométricas da Tabela 1, sendo que, para todas as faixas, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4 % do total. A faixa granulométrica utilizada deve ser aquela cuja espessura da camada compactada seja, pelo menos, três vezes o TNM.

NOTA 4: Excepcionalmente em serviços de reperfilagem, a relação de três vezes o TNM poderá ser reduzida, quando devidamente justificada e prevista no projeto de pavimentação ou aprovada pela fiscalização.

A Tabela 2 apresenta os valores de tolerância da curva granulométrica para a produção do concreto asfáltico.

Na determinação da curva granulométrica do projeto de dosagem, 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.

A partir da curva granulométrica do projeto de dosagem e das tolerâncias da Tabela 2, constrói-se a faixa de trabalho.

Tabela 1 – Faixas granulométricas para concreto asfáltico.

Peneira de malha quadrada		% passante, em massa			
ASTM	Abertura (mm)	TNM (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

Tabela 2 – Valores de 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 utilizando o procedimento de preparação de corpos de prova descrito na norma DNIT 178 – PRO. 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%. O percentual de CAP deve ser o determinado pelo projeto de dosagem do concreto asfáltico, com tolerância de ± 0,3 %, desde que atendidos os parâmetros volumétricos descritos na Tabela 3. O concreto asfáltico deve atender aos valores limites para as características especificadas na Tabela 4 e Tabela 5, além dos parâmetros definidos no dimensionamento do pavimento.

Tabela 3 – Requisitos para projeto de concreto asfáltico.

Requisitos	Norma	Valor
Volume de vazios (%)	DNIT XXX – PRO	3 a 5
Relação betume vazios (%)	DNIT XXX – PRO	65 a 75
Vazios do agregado mineral (%)	DNIT XXX – PRO	Tabela 4
Proporção fíler/asfalto (F/A)	DNIT XXX – PRO	0,6 a 1,2
Resistência à tração (MPa)	DNIT 136 – ME	≥ 0,65
Dano por umidade induzida (razão)	DNIT 180 – ME	≥ 0,70
Estabilidade Marshall (kgf) (75 golpes)	DNER – ME 043/95*	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	

* Ou norma DNIT que venha a substituí-la.

Tabela 4 – Requisitos para VAM.

VAM – Vazios do Agregado Mineral mínimo				
TNM		Volume de vazios (%)		
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

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

5.3 Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços devem ser adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as especificações para os serviços. Devem ser utilizados, no mínimo, os seguintes equipamentos:

5.3.1 Depósito para CAP

Os depósitos devem possuir dispositivos capazes de aquecer o CAP nas temperaturas indicadas pelo fornecedor e determinadas conforme a subseção 5.4.3. Também devem possuir um sistema de recirculação para o CAP, de modo a garantir a circulação livre e contínua, do depósito ao misturador, durante toda a operação. O aquecimento deve ser feito, preferencialmente, com óleo térmico, devendo-se evitar qualquer superaquecimento localizado. Devem ser utilizados agitadores, para assegurar a homogeneidade da temperatura nos tanques. Recomenda-se também o uso de tanques verticais com recirculação do CAP da base para o topo para melhorar a sua homogeneização.

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

5.3.2 Depósito para agregados

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

5.3.3 Silos para agregados

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

adequada da quantidade, de materiais. Deve haver também um silo adequado para o material de enchimento, conjugado com dispositivos que permitam sua dosagem e incorporação ao concreto asfáltico sem perdas.

5.3.4 Usina para concreto asfáltico

Para produção do concreto asfáltico, deve-se utilizar usinas do tipo gravimétrica. Admite-se, excepcionalmente, o uso de usinas volumétricas, desde que atendam aos requisitos constantes na subseção 5.3.4.2 e que seu uso seja devidamente justificado e aprovado pelo DNIT.

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.

5.3.4.1 Usina gravimétrica

A usina deve possuir silos de agregados múltiplos, independentes, com pesagem estática e equipados com cobertura para preservar a umidade de cada agregado e minimizar o tempo de secagem. 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, do material de enchimento e do CAP devem apresentar precisão de 0,5 % a 1 %, quando aferidas com pesos.

O CAP deve ser injetado na usina por uma bomba instalada próxima à saída de injeção. 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 e o tanque, para limpeza da tubulação entre a bomba e a saída de injeção. Recomenda-se que, antes do início das atividades diárias de trabalho, seja realizada a circulação de CAP pela tubulação de retorno, por pelo menos 15 minutos.

O tambor secador deve ser do tipo contrafluxo de duas zonas (convecção e radiação), com configuração e dimensionamento compatíveis. Após o secador, deve existir uma unidade classificadora de agregados, para a distribuição do material aos silos quentes.

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.

A usina deve ser provida de um alimentador de material de enchimento e um filtro coletor de pó. 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.

O sistema de controle de dosagem deve ser, preferencialmente, 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 e máximo 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.

5.3.4.2 Usina volumétrica (contínua)

A usina deve possuir silos de agregados múltiplos, independentes, com pesagem dinâmica em cada silo e na correia transportadora principal que alimenta o secador. Os silos devem ser equipados com cobertura para preservar a umidade de cada agregado e minimizar

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

Deve-se assegurar a homogeneidade das granulometrias dos diferentes agregados, não permitindo a mistura de agregados de granulometrias diferentes durante o carregamento dos mesmos.

O CAP deve ser injetado na usina por uma bomba instalada próxima à saída de injeção. 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 e o tanque, para limpeza da tubulação entre a bomba e a saída de injeção. Recomenda-se que, antes do início das atividades diárias de trabalho, seja realizada a circulação de CAP pela tubulação de retorno, por pelo menos 15 minutos.

A operação de dosagem do CAP deve ser por controle de velocidade da bomba e deve utilizar um medidor de vazão para aumento da acuracidade. 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.

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.

A descarga da mistura deve ser realizada em um silo quente de armazenamento, com capacidade para comportar ao menos a produção de uma hora da usina operando em sua capacidade máxima.

A usina deve ser provida de um alimentador de material de enchimento e um filtro coletor de pó. 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 na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de ± 5 °C.

O sistema de controle de dosagem deve ser, preferencialmente, automatizado e sincronizado entre os diferentes tipos de agregados e o CAP, com pesagem individual dos silos. O controle de nível mínimo e máximo 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.

5.3.5 Caminhões para transporte do concreto asfáltico

Os caminhões, tipo basculantes, para o transporte do concreto asfáltico, devem 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 susceptíveis de dissolver o CAP, tais como óleo diesel, gasolina etc.

As caçambas dos veículos devem ser cobertas com lona impermeável, com tamanho suficiente para sobrepassar a caçamba nas laterais e na traseira, e deve estar bem fixada na dianteira, a fim de não permitir a entrada de ar entre a cobertura e o concreto asfáltico, para proteger a mistura durante todo o trajeto.

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

5.3.6 Equipamento para espalhamento e acabamento

O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadora automotriz (vibroacabadora), capaz de espalhar e conformar o concreto asfáltico no alinhamento, cotas e abaulamento definidos para a obra.

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. Devem possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. Deve ser equipada, preferencialmente, com sistema de controle de nivelamento eletrônico nos dois lados da mesa, para garantir o nivelamento adequado e colocar o concreto asfáltico nas faixas definidas na dosagem. Devem possuir um sistema de pré-compactação 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.

No início dos serviços, a mesa da acabadora deve estar aquecida, no mínimo, na temperatura de compactação definida pela especificação. Caso se observe, durante o espalhamento, segregações, ondulações transversais, marcas longitudinais, ou outros resultados de má operação da vibroacabadora, o serviço deve ser paralisado até a correção destes pontos e a verificação da máquina.

5.3.7 Equipamento para compactação

A compactação do concreto asfáltico deve ser efetuada por rolos autopropelidos pneumáticos e metálicos lisos, do tipo tandem ou vibratório. Os rolos pneumáticos devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem da pressão dos pneus entre 2,5 kgf/cm² e 8,4 kgf/cm² (35 psi a 120 psi), e dispositivo para monitorar e manter constante a pressão de ar de todos os pneus.

O equipamento em operação deve ser suficiente para compactar o concreto asfáltico de forma a atingir o grau de compactação especificado, enquanto a mistura se encontrar em condições de trabalhabilidade.

5.3.8 Equipamentos complementares

Devem ser utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos:

- a) Soquetes mecânicos ou placas vibratórias para a compactação de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) Pás, garfos e rodos, para operações eventuais.

NOTA 6: 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 este procedimento, não será autorizada a sua utilização.

NOTA 7: É importante aferir os equipamentos de compactação em segmentos experimentais (antes de grandes obras), para definir o número de coberturas, pressão dos pneus, melhor tipo de compactadores, etc.

5.4 Execução

5.4.1 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.

5.4.2 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.

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 caso a camada tenha sido recoberta com areia, pó de pedra, etc., deve-se executar uma pintura de ligação sobre a camada já imprimada ou pintada, antes da execução da camada de revestimento.

A pintura de ligação e a imprimação devem ser aplicadas, obrigatoriamente, com a barra espargidora, respeitando a taxa de aplicação determinada no segmento experimental. Somente para correções localizadas ou no caso de aplicações em locais de difícil acesso pode ser utilizada a caneta.

A pintura e a imprimação devem ter película homogênea e 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.

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.

5.4.3 Aquecimento do CAP

As temperaturas do CAP empregado no concreto asfáltico devem ser determinadas em função da relação temperatura-viscosidade, obtido o ensaio de viscosidade realizado com o viscosímetro Saybolt Furol (ABNT NBR 14950: 2003) ou com o viscosímetro rotacional (ABNT NBR 15184:2021).

Quando utilizado o viscosímetro Saybolt-Furol, a temperatura de mistura do CAP é aquela na qual o CAP apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de

75 SSF a 95 SSF. Para a temperatura de compactação da mistura, a viscosidade deve ficar situada na faixa de 125 SSF a 155 SSF.

Quando utilizado o viscosímetro rotacional, a temperatura de mistura do CAP é aquela na qual a viscosidade do CAP é igual a $(0,17 \pm 0,02)$ Pa.s. Para a temperatura de compactação da mistura, a viscosidade deve ser igual a $(0,28 \pm 0,03)$ Pa.s.

A temperatura do CAP não deve ser inferior a 107 °C, nem superior a 177 °C.

5.4.4 Aquecimento dos agregados

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

5.4.5 Produção do concreto asfáltico

A produção do concreto asfáltico deve ser efetuada em usinas apropriadas, conforme descrito na subseção 5.3.4. A usina não deve apresentar deficiência na mistura dos materiais e não deve apresentar variações bruscas de temperatura, o que indica falta de controle de alimentação ou secador desregulado.

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

5.4.6 Transporte do concreto asfáltico

O concreto asfáltico produzido deve ser transportado da usina ao local de aplicação em caminhões basculantes, conforme especificado na subseção 5.3.5. 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 é aquele que não afete o limite mínimo estabelecido para a temperatura de aplicação da massa.

NOTA 8: 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.

5.4.7 Distribuição do concreto asfáltico

A distribuição do concreto asfáltico deve ser feita por equipamentos adequados, conforme especificado na subseção 5.3.6. Antes do início dos trabalhos, a mesa alisadora da acabadora deve ser aquecida à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída.

Na partida da acabadora, devem ser colocadas de duas a três réguas para apoiar a mesa, com altura igual a espessura da camada mais o empolamento previsto. Na descarga, o caminhão deve ser empurrado pela acabadora, não se permitindo choques ou travamento dos pneus durante a operação.

O concreto asfáltico distribuído deve apresentar textura uniforme, sem pontos segregados. Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas devem ser sanadas antes do início da compactação, pela adição manual de concreto asfáltico, com espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos. Caso as correções sejam frequentes, a pavimentadora deve ser ajustada ou substituída.

5.4.8 Compactação

A rolagem deve ser iniciada imediatamente após a distribuição do concreto asfáltico. A temperatura de rolagem deve ser definida obedecendo o intervalo de viscosidade descrito na subseção 5.4.3. Recomenda-se que, no referido intervalo de viscosidade, a temperatura de rolagem seja a mais elevada possível, visando otimizar a densificação da massa aplicada.

As rodas do rolo de pneus ou o cilindro metálico do rolo compactador devem ser mantidos umedecidos, a fim de evitar a aderência ao concreto asfáltico. Caso sejam empregados rolos de pneus de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão, a qual deve ser aumentada na medida em que o concreto asfáltico for compactado e, portanto, possa suportar pressões mais elevadas.

A compactação deve ser feita longitudinalmente, iniciando pelas bordas e continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, 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 na 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.

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

5.4.9 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, deve ser realizada a compactação da emenda transversal, que deve ser reta, com o rolo perpendicular ao eixo, estando um terço sobre o pano já compactado e os outros dois terços sobre a massa recém-aplicada.

5.4.10 Abertura ao tráfego

Os revestimentos recém-acabados devem ser mantidos sem tráfego, até atingirem a temperatura ambiente e serem liberados pelo controle de deflexão.

6 Condicionantes ambientais

Devem ser devidamente observadas e adotadas as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema ambiental, definidos e/ou instituídos no instrumental técnico-normativo pertinente vigente no DNIT, especialmente a norma DNIT 070 — PRO, e na documentação técnica vinculada à execução das obras, documentação esta que 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.

6.1 Agregados

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

- a) Caso sejam utilizadas instalações comerciais, a brita e a areia somente devem ser aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal, cuja cópia deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da Obra, bem como outras licenças municipais exigíveis.
- b) Somente é permitida a localização da pedreira e das instalações de britagem em áreas que apresentem licença ambiental aprovada.
- c) A exploração da pedreira e do areal deve ser planejada adequadamente, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração, possibilitando a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias.
- d) Impedir as queimadas.
- e) Construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso.

- f) Seguir as recomendações constantes da Norma DNIT 105 — ES para os caminhos de serviço.

6.2 Cimento asfáltico

Os depósitos de CAP devem ser instalados em locais afastados de cursos d'água.

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

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.

6.3 Procedimentos em usina

As operações em usinas a quente englobam:

- a) Estocagem, dosagem, peneiramento e transporte de agregados frios;
- b) Transporte, peneiramento, estocagem e pesagem de agregados quentes;
- c) Transporte e estocagem de material de enchimento;
- d) Transporte, estocagem e aquecimento de óleo combustível e de CAP.

Os agentes e fontes poluidoras compreendem os itens indicados na Tabela 5.

NOTA 9: Emissões Fugitivas são quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetado para corrigir ou controlar seu fluxo.

Tabela 5 – 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.

Em função destes agentes, devem ser obedecidos as subseções 6.4 e 6.5.

6.4 Instalação

As usinas de asfalto a quente não devem ser instaladas a uma distância inferior a 200 m, medidos a partir da base da chaminé, de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversões e outras construções comunitárias.

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

É responsabilidade do executante a obtenção da licença de instalação/operação, assim como a manutenção e as condições de funcionamento da usina dentro do prescrito nesta Norma.

6.5 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, para 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 pavimentadas e limpas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de opacidade.

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 possa ser substituído por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e barreiras vegetais devem ser instaladas no local, quando possível.

7 Inspeções

7.1 Controle dos insumos

Os materiais utilizados na produção de Concreto Asfáltico devem ser rotineiramente examinados em laboratório, obedecendo às normas indicadas pelo DNIT, e satisfazendo as especificações em vigor.

7.1.1 Cimento asfáltico

O CAP utilizado em concretos asfálticos deve atender aos requisitos da norma DNIT 095 – EM. O controle da qualidade do CAP deve ser feito pelos seguintes ensaios:

a) Para todo o carregamento que chegar à obra:

- 02 ensaios de penetração a 25 °C (DNIT 155 – ME), um antes e outro após o RTFOT (ABNT NBR 15235).
- 02 ensaios de ponto de amolecimento (DNIT 131 – ME), um antes e outro após o RTFOT (ABNT NBR 15235).
- 01 ensaio de ponto de fulgor (DNER – ME 148/94 ou norma DNIT que venha a substituí-la).
- 02 ensaios de ductilidade (DNER – 163/98 ou norma DNIT que venha a substituí-la), um antes e outro após o RTFOT (ABNT NBR 15235).
- 01 verificação de formação de espuma, quando o CAP é aquecido à 175 °C.
- 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (ABNT NBR 14950) ou viscosímetro rotacional (ABNT NBR 15184).

b) Para controle periódico:

- 01 ensaio de viscosidade com viscosímetro Saybolt Furol (ABNT NBR 14950) ou viscosímetro rotacional (ABNT NBR 15184) a diferentes temperaturas para verificação da curva viscosidade x temperatura, para cada 100t de CAP.
- 01 determinação do índice de susceptibilidade térmica (DNIT 095 — EM) para cada 100t de CAP.

- Outros os ensaios que forem especificados no projeto de pavimentação, na frequência especificada.

7.1.2 Agregados

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

a) Ensaios eventuais – realizados no início da utilização dos agregados na obra e sempre que houver variações quanto à origem e natureza dos materiais, tais como mudanças no veio da pedra, na coloração da rocha, etc.:

- 01 ensaio de abrasão Los Angeles (DNER – ME 035/98 ou norma DNIT que venha a substituí-la).
- 01 ensaio de percentual de partículas fraturadas do agregado graúdo (DNIT 430 – ME).
- 01 ensaio de percentual de partículas chatas e alongadas (DNIT 429 – ME).
- 01 ensaio de índice de forma do agregado graúdo (DNIT 424 – ME ou DNIT 425 – ME).
- 01 ensaio de durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou magnésio (DNIT XXX – ME).
- 01 ensaio de absorção (DNIT 413 – ME).
- 01 ensaio de teor de vazios não compactados do agregado miúdo (DNIT 415 – ME).
- 01 ensaio de adesividade do agregado graúdo (DNER – ME 078/94 ou norma DNIT que venha a substituí-la).
- 01 ensaio de adesividade do agregado miúdo (DNER – ME 079/94 ou norma DNIT que venha a substituí-la), se a fonte do agregado miúdo for diferente da fonte do agregado graúdo.
- Ensaios de rotina – realizados pelo menos duas vezes por jornada de trabalho, preferencialmente, no início dos serviços e início da tarde;

- 02 ensaios de granulometria dos agregados, de cada silo quente, para verificar e, se necessário, ajustar os percentuais utilizados na composição da curva granulométrica de projeto (DNIT 412 – ME);
- 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo (DNER – ME 054/97 ou norma DNIT que venha a substituí-la);
- 01 ensaio de granulometria do material de enchimento (DNIT 412 – ME);
- Outros ensaios de rotina que forem especificados no projeto de dosagem ou no dimensionamento.

NOTA 10: Os ensaios de percentual de partículas fraturadas, percentual de partículas chatas e alongadas e índice de forma, podem ser substituídos pelo ensaio PDI (DNIT 432 – ME).

7.2 Controle da execução

O controle da execução da camada de Concreto Asfáltico deve ser exercido mediante a coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória e por controle deflectométrico, de acordo com o Plano de Amostragem (subseção 7.5). Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios:

7.2.1 Controle da usinagem do concreto asfáltico

7.2.1.1 Controle de temperatura

Devem ser efetuadas medidas de temperatura em cada um dos itens descritos a seguir:

- Nos agregados, nos silos quentes da usina (pelo menos duas vezes por jornada de trabalho, preferencialmente, no início dos serviços e início da tarde);
- No CAP, na usina (pelo menos duas vezes por jornada de trabalho, preferencialmente, no início dos serviços e início da tarde);
- No concreto asfáltico, no momento da saída do

misturador;

- No concreto asfáltico, em cada caminhão carregado, no momento de chegada à obra;
- No concreto asfáltico, em cada caminhão carregado, no momento de espalhamento da mistura.

As temperaturas podem apresentar pequenas variações na usinagem e na compactação, desde que sejam respeitadas as faixas de viscosidade da subseção 5.4.3.

7.2.1.2 Controle da quantidade de CAP no concreto asfáltico

Deve ser efetuada, no mínimo, uma determinação de teor de CAP (DNER – ME 053/94 ou norma DNIT que venha a substituí-la, ou DNIT 158 – ME), em amostras coletadas logo após a usinagem, a cada duas horas de produção de concreto asfáltico.

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

7.2.1.3 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 7.2.1.2. A curva granulométrica deve manter-se contínua e enquadrar-se dentro da faixa de trabalho, construída com as tolerâncias da Tabela 2, conforme a subseção 5.2.

A produção do concreto asfáltico deve ser interrompida imediatamente e a granulometria deve ser corrigida, quando o percentual passante em qualquer uma das peneiras exceder 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.

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, quando necessária, tem prioridade sobre todas as outras ações corretivas. A não interrupção da produção, sujeitará todo o concreto asfáltico a ser rejeitado, desde o momento onde deveria ocorrer a interrupção até o ponto em que atenda a todos os critérios desta Especificação.

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.

7.2.1.4 Controle das características do concreto asfáltico

O controle da qualidade do concreto asfáltico deve ser feito pelos seguintes ensaios:

- a) Ensaios de laboratório - realizados no início da obra e sempre que houver variações quanto à origem e natureza dos materiais, tais como mudanças no CAP, no veio da pedra, na coloração da rocha, etc.:
- 01 ensaio uniaxial de carga repetida para a determinação da resistência à deformação permanente – Flow Number (DNIT 184 – ME).
 - 01 ensaio de módulo de resiliência (DNIT 135 – ME).
 - 01 ensaio de fadiga por compressão diametral (DNIT 183 – ME).
 - Verificação dos parâmetros volumétricos: volume de vazios (Vv), vazios do agregado mineral (VAM), relação betume vazios (RBV) e proporção fíler/asfalto (F/A) (DNIT XXX – PRO).
 - Ensaios de rotina – realizados com material solto coletado diretamente da acabadora. Os corpos de prova devem ser moldados e compactados conforme a norma DNIT 178 – PRO:
 - 01 ensaio de resistência à tração por compressão diametral a 25 °C (DNIT136 – ME)

a cada 4 horas de trabalho.

- 01 ensaio de dano por umidade induzida (DNIT 180 – ME) a cada 3 dias de produção, ou quando houver qualquer variação no CAP ou nos agregados.
- Verificação dos parâmetros volumétricos: volume de vazios (Vv), vazios do agregado mineral (VAM), relação betume vazios (RBV) e proporção fíler/asfalto (F/A) (DNIT XXX – PRO). (uma vez por jornada de trabalho)

7.2.2 Espalhamento e compactação na pista

Devem ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento da massa, imediatamente antes de ser iniciada a compactação. Estas temperaturas não devem apresentar variação superior 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 de campo, adimensional;

G_{mbl} é a densidade relativa aparente de laboratório, adimensional.

As medidas de densidade na pista devem ser feitas, preferencialmente, com uso do densímetro não nuclear (DNIT 431 – ME), calibrado para o concreto asfáltico em questão. Não sendo possível o uso do densímetro, a determinação da densidade aparente na pista pode ser feita conforme a norma DNIT 428 – ME, a partir de corpos

de prova extraídos do concreto asfáltico compactado na pista, por meio de sondas rotativas.

Devem ser realizadas determinações a cada 300 metros de concreto asfáltico compactado, em locais escolhidos aleatoriamente. Não são permitidos valores de GC inferiores a 97 % ou superiores a 100 %, considerando alínea (a) da subseção 7.6.

7.2.3 Controle construtivo por deflexão

Deverá ser realizado o controle construtivo por deflexão, para verificar o atendimento ao valor previsto no projeto de dimensionamento. A deflexão característica obtida deve ser comparada com o valor estabelecido em projeto. As deflexões podem ser medidas com a Viga Benkelman (DNER – ME 024/94 ou norma DNIT que venha a substituí-la) ou com o FWD (DNER – PRO 273/96 ou norma DNIT que venha a substituí-la), a cada 20 m por faixa alternada e a cada 40 m na mesma faixa, para determinar a deflexão máxima (D_0). A bacia deflectométrica deve ser determinada a cada 100 m por faixa alternada e a cada 200 m na mesma faixa.

O Controle Unilateral deve ser aplicado da seguinte forma:

$$D_c = D_{0,médio} + K.S \leq LSE \quad (2)$$

Onde:

D_c é a deflexão característica do segmento, expressa em 10^{-2} mm;

$D_{0,médio}$ é a deflexão recuperável média dos valores individuais levantados, expressa em 10^{-2} mm;

K é o coeficiente em função do número de determinações, conforme a Tabela A1 – Amostragem Variável (Anexo A);

S é o desvio padrão;

LSE é o limite superior de deflexão especificado no projeto, expresso em 10^{-2} mm.

NOTA 11: O equipamento empregado na medição das deflexões deverá ser aquele indicado em projeto.

NOTA 12: Caso o controle de deflexão não tenha sido previsto nos contratos de conservação, a aplicação deste item poderá ser dispensada, se autorizada pela fiscalização.

7.3 Verificação do produto

A verificação final da qualidade da camada de Concreto Asfáltico deve ser exercida através das determinações seguintes, executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável (subseção 7.5) e a norma DNIT 013 – PRO.

7.3.1 Espessura da camada

Deve ser medida em corpos de prova extraídos da pista, ou pelo nivelamento do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compactação do concreto asfáltico. Admite-se a variação de ± 5 % em relação às espessuras de projeto.

7.3.2 Alinhamento

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.

7.3.3 Acabamento da superfície

Durante a execução, deve ser feito em cada estaca de locação, o controle do acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas régua, uma de 3,00 m e outra de 1,20 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder 0,5 cm, quando verificada com quaisquer das régua.

O acabamento longitudinal da superfície também deve ser verificado com perfilômetro inercial (DNIT 425 – PRO) ou com outro dispositivo equivalente para esta finalidade, devidamente calibrado.

Para pavimentos novos, o Quociente de Irregularidade (*QI*) deve apresentar valor inferior ou igual a 26 contagens/km ($IRI \leq 2,0$). Para pavimentos restaurados, o *QI* deve apresentar valor inferior ou igual a 31 contagens/km ($IRI \leq 2,4$).

7.4 Condições de segurança

O revestimento de concreto asfáltico acabado deve apresentar as condições de segurança seguintes:

- Macrotextura: os valores devem ser determinados pelo projetista, conforme a largura da pista e classe da rodovia (ABNT NBR 16504).
- Microtextura: os valores devem ser determinados pelo projetista conforme a largura da pista e classe da rodovia (ABNT NBR 16780).

A resistência à derrapagem pode ser avaliada por meio do Índice Internacional de Atrito (IFI), conforme a Norma ASTM E 1960-07, cujos valores mínimos devem ser definidos pelo projetista.

Os ensaios de controle são realizados em segmentos escolhidos de maneira aleatória, na forma definida pelo Plano da Qualidade.

7.5 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, previamente apresentado pela 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.

7.6 Condições de conformidade e não conformidade

Todos os ensaios de controle e determinações relativos aos insumos, à execução e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem, citado na subseção 7.5, devem cumprir as Condições Gerais e Específicas desta Norma 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:

- Condições de conformidade:

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

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

- Condições de não conformidade:

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

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

Sendo:

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

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

Onde:

x_i são os valores individuais;

\bar{X} é a média da amostra;

s é o desvio padrão da amostra;

k é o Coeficiente em função do número de determinações, conforme a Tabela A1 do Anexo A – Amostragem Variável;

n é o 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 – 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. E os serviços não conformes (ou rejeitados) deverão ser refeitos. 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.

8 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 concreto asfáltico deve ser medido em toneladas de mistura efetivamente aplicada na pista. Não serão motivo de medição: mão de obra, materiais (exceto CAP), transporte do concreto asfáltico da usina à

pista e encargos, quando estiverem incluídos na composição do preço unitário.

- b) A quantidade de CAP aplicada deve ser obtida pela média aritmética dos valores medidos na usina, em toneladas.
- c) O transporte do CAP efetivamente aplicado deve ser medido com base na distância entre a refinaria e o canteiro de serviço.
- d) 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.

_____/Anexo A

Anexo A (Normativo) – Amostragem Variável

Tabela A1 – Amostragem Variável

n	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	21
k	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 = nº de amostras

k = coeficiente multiplicador

α = risco do executante

_____/Anexo B

PROJETO DE REVISÃO DE NORMA

Anexo B (Normativo) – Aplicação das tolerâncias

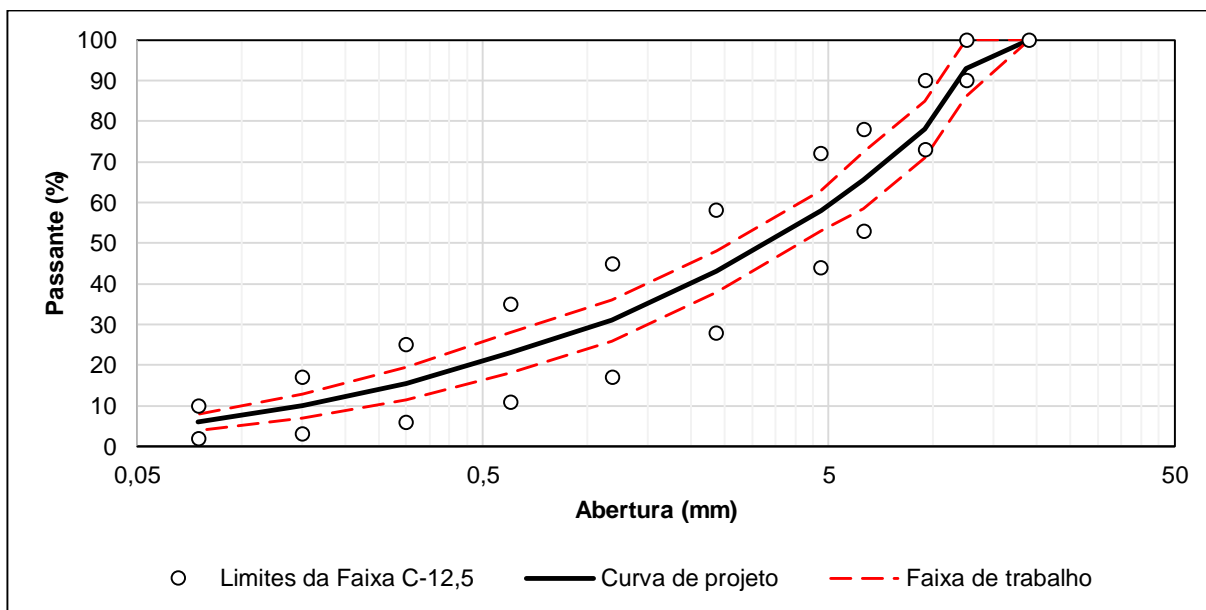


Figura B1 – Exemplo de faixa de trabalho para uma curva granulométrica da faixa C-12,5.

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.

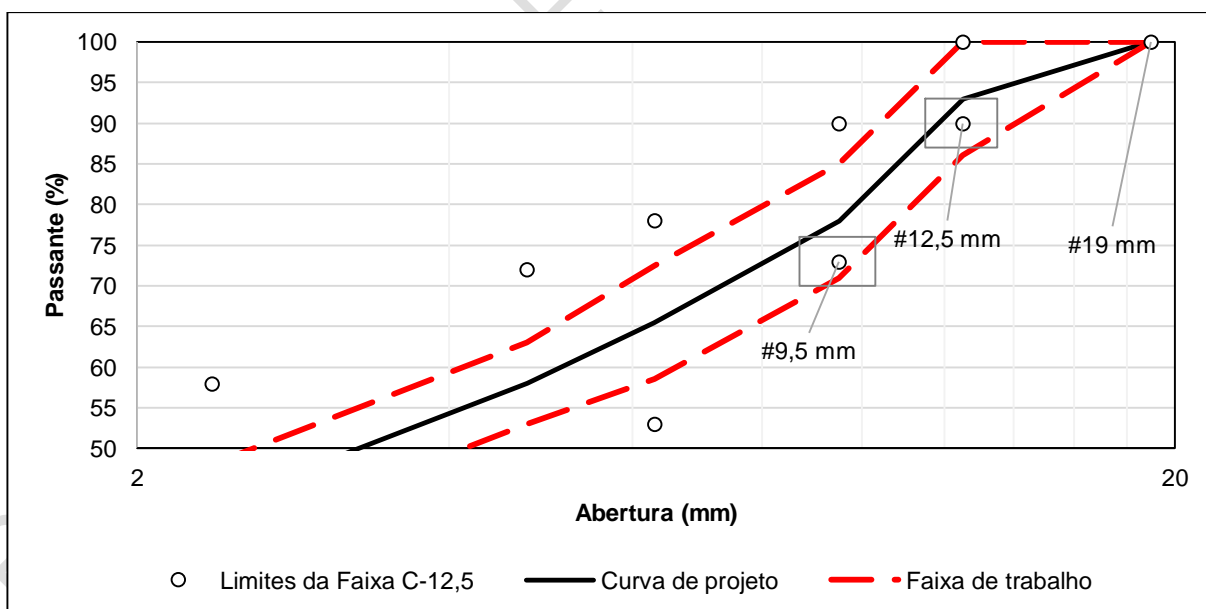


Figura B2 – Detalhe das peneiras cujos limites de tolerância extrapolam a faixa granulométrica escolhida.

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, devem-se alterar os percentuais das peneiras que extrapolarem a faixa, fazendo com que os limites da faixa de trabalho coincidam com os limites da faixa selecionada, conforme a Figura B3.

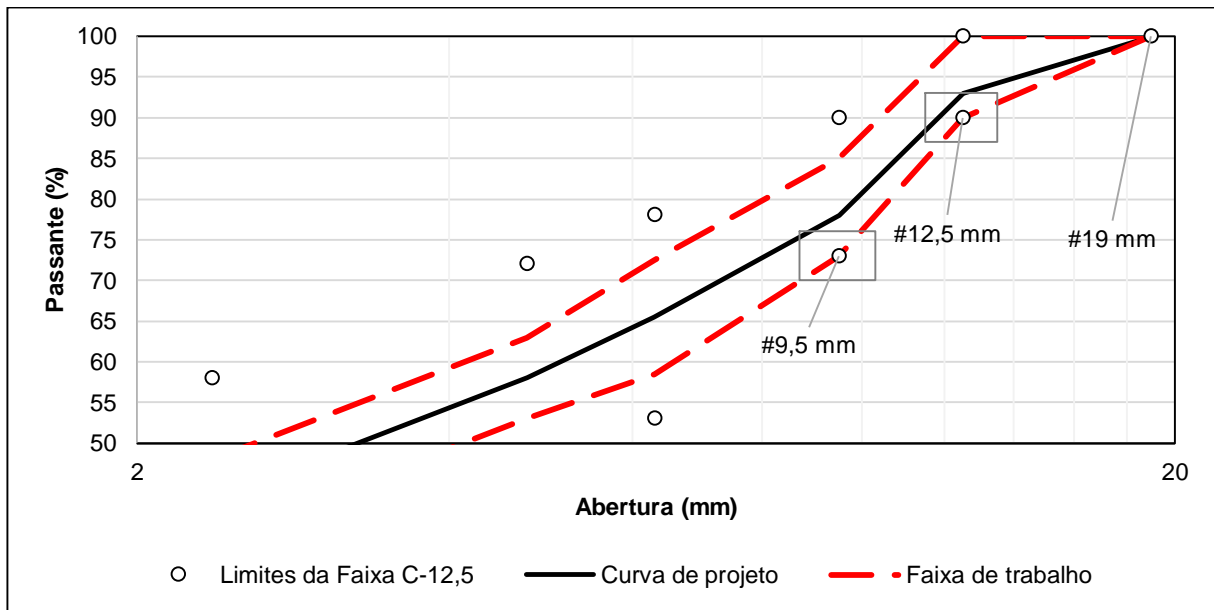


Figura B3 – Detalhe das peneiras com limites de tolerância corrigidos.

Nas peneiras onde ocorrer extrapolação da faixa granulométrica selecionada, deve-se alterar 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

PROJETO DE REVISÃO DA NORMA DNIT 031/2023 – ES

Anexo C (Informativo) – Bibliografia

- a) ARTERIS. Concreto asfáltico usinado a quente. CA. 2022. DO ESTADO DO PARANÁ. Pavimentação: Concreto Asfáltico Usinado a quente. Curitiba, 2017.
- b) ASPHALT INSTITUTE. MANUAL SERIES NO. 02 (MS-2). Asphalt Mix Design Methods. 7th Edition. 2014. g) DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURA DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Pavimentação: Camadas de misturas asfálticas usinadas a quente. Florianópolis, 2016.
- c) BERNUCCI et. Al. Pavimentação Asfáltica. 4ª Reimpressão. Rio de Janeiro, 2022. h) NATIONAL ASPHALT PAVEMENT ASSOCIATION. NAPA. HMA Pavement Mix Type Selection Guide. 2001.
- d) 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) NORTH CAROLINA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. NCDOT. Materials and Tests Unit. Asphalt Quality Management System Manual. 2020.
- e) CCR. EN-GER-A1-PV/ES-E-002-R11 - Especificação particular para execução de concreto asfáltico - CA j) TEXAS DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. TexDOT. Pavement Manual. 2021.
- f) DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

/índice Geral

Índice geral

Abertura ao tráfego	5.4.10.....13	Depósito para CAP	5.3.1.....8
Abstract	1	Dimensão ou tamanho máximo.....	3.5.....4
Acabamento da superfície.....	7.3.3.....19	Distribuição do concreto asfáltico.....	5.4.7.....13
Agregado graúdo.....	3.1,5.1.2.1.....4, 5	Equipamento para compactação	5.3.7.....11
Agregado miúdo.....	3.2,5.1.2.2.....4, 6	Equipamento para espalhamento e	acabamento.....
Agregados	5.1.2,6.1,7.1.2.....5, 14, 16	5.3.6.....11
Alinhamento	7.3.2.....19	Equipamentos.....	5.3.....8
Anexo A (Normativo) – Amostragem Variável.....	22	Equipamentos complementares	5.3.8.....11
Anexo B (Normativo) – Aplicação das tolerâncias.....	23	Espalhamento e compactação na pista.....	7.2.2.....18
Anexo C (Informativo) – Bibliografia.....	25	Espessura da camada.....	7.3.1.....19
Aquecimento do CAP	5.4.3.....12	Execução.....	5.4.....11
Aquecimento dos agregados.....	5.4.4.....12	Imprimação e pintura de ligação.....	5.4.2.....12
Caminhões para transporte do concreto	asfáltico.....	Índice geral.....	26
.....	5.3.5.....10	Inspeções	7.....16
Cimento asfáltico.....	5.1.1,6.2,7.1.1.....5, 14, 16	Instalação.....	6,4.....15
Cimento asfáltico de petróleo (CAP)	3.7.....4	Juntas.....	5.4.9.....13
Compactação	5.4.8.....13	Materiais.....	5.1.....5
Composição do concreto asfáltico.....	5.2.....7	Material de enchimento	5.1.2.3.....6
Concreto Asfáltico	3.9.....5	Material de Enchimento.....	3.4.....4
Condicionantes ambientais	6.....14	Material pulverulento ou filler.....	3.3.....4
Condições de conformidade e não conformidade .	7.6.....20	Melhorador de adesividade	3.8,5.1.3.....4, 7
Condições de segurança.....	7.4.....20	Objetivo	1.....1
Condições específicas	5.....5	Operação.....	6.5.....15
Condições gerais.....	4.....5	Plano de amostragem - Controle tecnológico.....	7.5.....20
Controle construtivo por deflexão	7.2.3.....19	Prefácio	1
Controle da execução	7.2.....17	Preparo da Superfície.....	5.4.1.....11
Controle da graduação da mistura de	agregados	Procedimentos em usina.....	6,3.....14
.....	7.2.1.3.....17	Produção do concreto asfáltico	5.4.5.....12
Controle da quantidade de CAP no concreto	asfáltico.....	Referências normativas	2.....2
.....	7.2.1.2.....17	Resumo	1
Controle da usinagem do concreto asfáltico	7.2.1.....17	Silos para agregados.....	5.3.3.....8
Controle das características do concreto	asfáltico.....	Sumário.....	1
.....	7.2.1.4.....18	Tamanho Nominal Máximo (TNM).....	3.6.....4
Controle de temperatura	7.2.1.1.....17	Transporte do concreto asfáltico	5.4.6.....12
Controle dos insumos.....	7.....16	Usina gravimétrica.....	5.3.4.1.....9
Crítérios de medição	8.....21	Usina para concreto asfáltico	5.3.4.....9
Definições	3.....4	Usina volumétrica (contínua).....	5.3.4.2.....9
Depósito para agregados.....	5.3.2.....8	Verificação do produto.....	7.3.....19