

Aeroporto Regional de Dourados – Francisco de Matos Pereira - SBDO
Av. Guaicurus
Dourados/Mato Grosso do Sul
Georreferenciamento: UTM (Datum Sirgas 2000)
Econômica Engenharia
Eng. Diego Felipe Capraro
CREA-PR 142746 -D

Especificação Técnica do Projeto de Pavimentação

Agosto/2024

SBDO-PJR01-ECO-GRL-NA-ET-K-PAV-0001-PE-C-R02
ref. Contrato nº 156/2022(SEINFRA)
TC nº 11/2019 (SAC)

SUMÁRIO

NORMAS APLICÁVEIS	3
1 OBJETIVO	4
2 LISTA DE DOCUMENTOS	5
3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE PAVIMENTAÇÃO	6
Aceitação	21
Condições Gerais.....	30
Condições Específicas	30
Condicionantes Ambientais.....	32
Inspeções.....	32
Controle.....	42
Aceitação	44
Preservação Ambiental	45
Preservação Ambiental	53
Equipamentos	61
Critérios de medição	69
4 ANEXO A – CONTROLE DE CONFORMIDADE E NÃO-CONFORMIDADE	79
5 ANEXO B – CIMENTO ASFÁLTICO	82

INTRODUÇÃO

Este documento trata-se do memorial de especificações técnicas do projeto de pavimentação externa do Aeroporto de Dourados – MS referente ao Contrato nº 156/2022(SEINFRA) TC nº 11/2019 (SAC) de Objeto: Elaboração de Projeto Executivo de Arquitetura e Complementares para a Construção das Edificações do Aeroporto de Dourados /MS – “Francisco de Matos Pereira”.

NORMAS APLICÁVEIS

Para a elaboração deste memorial, assim como do projeto deste sistema como um todo, foram tomadas como base as seguintes normas:

PAVIMENTAÇÃO:

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Manual de Pavimentação**. Rio de Janeiro, 2006.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Manual de Estudos de Tráfego**. Rio de Janeiro, 2006.
- DEPARTAMENTO DE ESTRADA E RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO – DER-SP. **Instrução de Projeto – IP-DE-P00/001**. São Paulo, 2006.
- NORMAS DE SERVIÇOS DO MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. NSMA 85-2. Normas de Infraestrutura da DIRENG, Rio de Janeiro, 1979.
- DIRETORIA DE ENGENHARIA DA AERONÁUTICA. DIRENG ME-01. **Índice de Suporte Califórnia de Solos**. Rio de Janeiro, 1987.
- DIRENG MC-01. **Método da Percentagem dentro dos Limites** - PDL. Rio de Janeiro, 1987.

1 OBJETIVO

O objetivo deste relatório é fornecer as informações referentes à:

- Descrição dos insumos e serviços a serem executados de acordo com o PSQ;
- Descrição dos métodos de execução;
- Descrição dos equipamentos necessários à execução;
- Apresentação dos critérios de medição;
- Apresentação dos critérios de recebimento;
- Normas utilizadas;
- Justificativa do uso de composição própria;

2 LISTA DE DOCUMENTOS

Memorial Descritivo, Memorial de Cálculo, Especificações Técnicas e Planilha de quantidades e Serviços:

Memorial Descritivo

- SBDO-PJR01-ECO-GRL-NA-MD-K-PAV-0001-PE-C;

Memorial de Cálculo

- SBDO-PJR01-ECO-GRL-NA-MC-K-PAV-0001-PE-C;

Especificações Técnicas

- SBDO-PJR01-ECO-GRL-NA-ET-K-PAV-0001-PE-C;

Planilha de Quantidade e Serviços

- SBDO-PJR01-ECO-GRL-NA-PQ-K-PAV-0001-PE-C.

Pranchas em PDF:

- SBDO-PJR01-ECO-GRL-00-MT-K-PAV-0001-PE-C;

- SBDO-PJR01-ECO-GRL-00-MT-K-PAV-0002-PE-C;

- SBDO-PJR01-ECO-GRL-00-MT-K-PAV-0003-PE-C;

- SBDO-PJR01-ECO-GRL-00-MT-K-PAV-0004-PE-C;

Pranchas em DWG:

- SBDO-PJR01-ECO-GRL-00-MT-K-PAV-0001-PE-C;

- SBDO-PJR01-ECO-GRL-00-MT-K-PAV-0002-PE-C;

- SBDO-PJR01-ECO-GRL-00-MT-K-PAV-0003-PE-C;

- SBDO-PJR01-ECO-GRL-00-MT-K-PAV-0004-PE-C;

3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE PAVIMENTAÇÃO

As seguintes especificações técnicas têm por objetivo estabelecer os procedimentos que serão adotados na execução do projeto executivo de pavimentação do lado terra do Aeroporto Internacional de João Pessoa.

Os serviços deverão ser realizados obedecendo estritamente e integralmente os projetos fornecidos pelo contratante, a fim de que sejam respeitados os objetivos e conceitos de Engenharia considerados, sejam eles aspectos funcionais, técnicos ou econômicos.

Entende-se, como projeto: os desenhos, as especificações técnicas, as planilhas de serviços, os memoriais descritivos, os memoriais de cálculo e outros documentos afins, que indicam como os serviços e obras devem ser executados.

14,101	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO COM APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO, CAMADA DE ROLAMENTO - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019
14,113	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE ESQUIPAMENTOS PARA SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

a) **Objetivo**

A presente especificação técnica tem como objetivo estabelecer as condições exigíveis para a execução de camada de revestimento em concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) sobre camadas de pavimento preparadas.

A camada inferior do pavimento, sobre a qual será colocado o revestimento de concreto betuminoso usina a quente, deverá estar perfeitamente regularizada e consolidada, obedecendo às condições de alinhamentos e greides longitudinais e transversais estabelecidos no projeto.

b) **Materiais**

Os materiais constituintes do concreto asfáltico são: agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento filer e ligante asfáltico, os quais devem satisfazer às Normas pertinentes, e às Especificações aprovadas pelo DNIT.

a) Cimento asfáltico

O cimento asfáltico deverá ser selecionado tendo em vista as condições geográficas e climáticas do local da obra e as exigências requeridas em projeto, devendo ser empregado o cimento asfáltico de petróleo CAP-50/70.

Todo o carregamento de cimento asfáltico que chegar à obra deve apresentar por parte do fabricante ou distribuidor o certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, 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 10 dias. Deve trazer também indicação clara da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.

b) Agregado graúdo

O agregado graúdo pode ser pedra britada, escória, seixo rolado preferencialmente britado ou outro material indicado nas Especificações Complementares.

- Desgaste Los Angeles igual ou inferior a 50% (DNER-ME 035); admitindo-se excepcionalmente agregados com valores maiores, no caso de terem apresentado comprovadamente desempenho satisfatório em utilização anterior;

NOTA: Caso o agregado graúdo a ser usado apresente um índice de desgaste Los Angeles superior a 50%, poderá ser usado o Método DNER-ME 401 – Agregados – determinação de degradação de rochas após compactação Marshall, com ligante IDml, e sem ligante IDm, cujos valores das tentativas de degradação para julgamento da qualidade de rochas destinadas ao uso do Concreto Asfáltico Usinado a Quente são: $IDml \leq 5\%$ e $IDm \leq 8\%$.

- Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086);
- Durabilidade, perda inferior a 12% (DNER- ME 089).

c) Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos ou outro material indicado nas Especificações Complementares. Suas partículas individuais devem ser

resistentes, estando livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054).

i. Material de enchimento – filler

Quando da aplicação deve estar seco e isento de grumos, e deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós-calcários, cinza volante, etc; de acordo com a Norma DNER-EM 367.

ii. Melhorador de adesividade

Não havendo boa adesividade entre o ligante asfáltico e os agregados graúdos ou miúdos (DNER-ME 078 e DNER-ME 079), pode ser empregado melhorador de adesividade na quantidade fixada no projeto.

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

- Métodos DNER-ME 078 e DNER 079, após submeter o ligante asfáltico contendo o dope ao ensaio RTFOT (ASTM – D 2872) ou ao ensaio ECA (ASTM D-1754);
- Método de ensaio para determinar a resistência de misturas asfálticas compactadas à degradação produzida pela umidade (AASHTO 283). Neste caso a razão da resistência à tração por compressão diametral estática antes e após a imersão deve ser superior a 0,7 (DNER-ME 138).

c) **Composição da mistura**

A composição do concreto asfáltico deve satisfazer aos requisitos do quadro seguinte com as respectivas tolerâncias no que diz respeito à granulometria (DNER- ME 083) e aos percentuais do ligante asfáltico determinados pelo projeto da mistura.

a) Granulometria da mistura

Deverá corresponder, conforme a espessura da camada a executar, a **Faixa “C”** indicada na tabela a seguir. A faixa adotada não deverá conter partículas com diâmetro máximo superior a 2/3 da espessura da camada de revestimento.

No projeto da curva granulométrica, para camada de revestimento, deve ser considerada a segurança do usuário, especificada no item “Condições de Segurança”

Tabela 1 - Granulometria da mistura

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 ½"	38,1	95-100	100	-	± 7%
1"	25,4	75-100	95 - 100	-	± 7%
¾"	19,1	60-90	80 - 100	100	± 7%
½"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35- 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
N" 4	4,8	25 -50	28 - 60	44 - 72	± 5%
N" 10	2,0	20 -40	20 - 45	22 - 50	± 5%
N" 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
N" 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
N" 200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%
Asfalto solúvel no CS2(+) (%)		4,0 - 7,0 Camada de ligação (Binder)	4,5 - 7,5 Camada de ligação e rolamento	4,5 - 9,0 Camada de rolamento	± 0,3%

b) Requisitos da mistura

As porcentagens de ligante se referem à mistura de agregados, considerada como 100%. Para todos os tipos a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total.

Devem ser observados os valores limites para as características especificadas no quadro a seguir:

Tabela 2 - Características da mistura

Características	Método de ensaio	Camada de Rolamento
Porcentagem de vazios, %	DNER-ME 043	3 a 5
Relação betume/vazios	DNER-ME 043	75 - 82
Estabilidade mínima (Kgf) (75 golpes)	DNER-ME 043	500
Resistência à Tração por Compressão Diametral estática a 25°C, mínima, MPa	DNER-ME 138	0,65

- As Especificações Complementares podem fixar outra energia de compactação;
- As misturas devem atender às especificações da relação betume/vazios ou aos mínimos de vazios do agregado mineral, dados pelo seguinte quadro:

Tabela 3 - Vazios do agregado mineral

Tamanho Nominal Máximo do agregado		VAM Mínimo %
#	mm	
1½"	38,1	13
1"	25,4	14
¾"	19,1	15
½"	12,7	16
3/8"	9,5	18

d) Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as especificações para os serviços.

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

Devem ser utilizados, no mínimo, os seguintes equipamentos:

a) Depósitos de ligante asfáltico

Os depósitos para o ligante asfáltico devem possuir dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas fixadas nesta Especificação Técnica. Estes dispositivos também devem evitar qualquer superaquecimento localizado.

Deve ser instalado um sistema de recirculação para o ligante asfáltico, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação.

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

b) Silos de agregado

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

c) Usina para mistura asfáltica

A usina deve estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90° a 210 °C (precisão ± 1 °C), deve ser fixado no dosador de ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador.

A usina deve ser equipada além disto, com pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de ± 5 °C. A usina deve possuir termômetros nos silos quentes.

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

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

A usina deve possuir ainda uma cabine de comando e quadros de força. Tais partes devem estar instaladas em recinto fechado, com os cabos de força e comandos ligados em tomadas externas especiais para esta aplicação. A operação de pesagem de agregados e do ligante asfáltico deve ser semi-automática com leitura instantânea e acumuladora, por meio de registros digitais em “display” de cristal líquido.

Devem existir potenciômetros para compensação das massas específicas dos diferentes tipos de ligantes asfálticos e para seleção de velocidade dos alimentadores dos agregados frios.

d) Caminhões basculantes para transporte da mistura

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto asfáltico usinado a quente, devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura à chapa.

A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante asfáltico (óleo diesel, gasolina etc.) não é permitida.

e) Equipamento para espalhamento e acabamento

O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento definidos no projeto.

As acabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As acabadoras devem ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento, à temperatura requerida, para a colocação da mistura sem irregularidade.

f) Equipamento de compactação

O equipamento para a compactação deve ser constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório. Os rolos pneumáticos, autopropulsionados, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5 kgf/cm² a 8,4 kgf/cm².

O equipamento em operação deve ser suficiente para compactar a mistura na densidade de projeto, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.

e) **Execução**

Após a execução da imprimação, deve ser feita uma pintura de ligação.

a) Temperatura do ligante

A temperatura do cimento asfáltico empregado na mistura deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade.

A temperatura conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 150 SSF, "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004), indicando-se, preferencialmente, a viscosidade de 75 a 95 SSF. A temperatura do ligante não deve ser inferior a 107°C nem exceder a 177°C.

b) Aquecimento dos agregados

Os agregados devem ser aquecidos a temperaturas de 10°C a 15°C acima da temperatura do ligante asfáltico, sem ultrapassar 177°C.

c) Produção do concreto asfáltico

A produção do concreto asfáltico é efetuada em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado.

d) Transporte do concreto asfáltico

O concreto asfáltico produzido deve ser transportado, da usina ao ponto de aplicação, nos veículos mencionados nesta especificação quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada. Cada carregamento deve ser

coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura.

e) Distribuição e compactação da mistura

A distribuição do concreto asfáltico deve ser feita por equipamentos adequados, conforme mencionado nesta especificação técnica.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas devem ser sanadas pela adição manual de concreto asfáltico, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

Após a distribuição do concreto asfáltico, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura essa fixada, experimentalmente, para cada caso.

Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão, a qual deve ser aumentada à medida que a mistura seja compactada, e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas.

A compactação deve ser iniciada pelos bordos, longitudinalmente, 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 de, pelo menos, metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

Durante a rolagem não são permitidas mudanças de direção e inversões bruscas da marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém – rolado. As rodas do rolo devem ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.

f) Abertura ao tráfego:

Os revestimentos recém-acabados devem ser mantidos sem tráfego, até o seu completo resfriamento.

f) Controle

Todos os materiais utilizados na fabricação de Concreto Asfáltico (Insumos) devem ser examinados em laboratório, obedecendo a metodologia indicada pelo DNIT, e satisfazer às especificações em vigor.

a) Cimento asfáltico

O controle da qualidade do cimento asfáltico consta do seguinte:

- 01 ensaio de penetração a 25°C (DNER-ME 003), para todo carregamento que chegar à obra;
- 01 ensaio do ponto de fulgor, para todo carregamento que chegar à obra (DNER- ME 148);
- 01 índice de susceptibilidade térmica para cada 100t, determinado pelos ensaios DNER-ME 003 e NBR 6560;
- 01 ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar à obra;
- 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004), para todo carregamento que chegar à obra;
- 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004) a diferentes temperaturas, para o estabelecimento da curva viscosidade x temperatura, para cada 100t.

b) Controle de qualidade dos agregados

O controle da qualidade dos agregados consta do seguinte:

- Ensaio eventuais: Somente quando houver dúvidas ou variações quanto à origem e natureza dos materiais.
 - Ensaio de desgaste Los Angeles (DNER-ME 035);
 - Ensaio de adesividade (DNER-ME 078 e DNER-ME 079). Se o concreto asfáltico contiver dope também devem ser executados os ensaios de RTFOT (ASTM D-2872) ou ECA (ASTM-D-1754) e de degradação produzida pela umidade (AASHTO-283/89 e DNER- ME 138);
 - Ensaio de índice de forma do agregado graúdo (DNER-ME 086).

- Ensaio de rotina:
 - 02 ensaios de granulometria do agregado, de cada silo quente, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083);
 - 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 054);
 - 01 ensaio de granulometria do material de enchimento (filer), por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083).

c) Controle da usinagem do concreto asfáltico

O controle da produção (Execução) do Concreto Asfáltico deve ser exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória de acordo com o Plano de Amostragem Aleatória.

- Controles da quantidade de ligante na mistura:
 - Devem ser efetuadas extrações de asfalto, de amostras coletadas na pista, logo após a passagem da acabadora (DNER-ME 053).
 - A porcentagem de ligante na mistura deve respeitar os limites estabelecidos no projeto da mistura, devendo-se observar a tolerância máxima de $\pm 0,3$.
 - Deve ser executada uma determinação, no mínimo a cada 700m² de pista.
- Controle da graduação da mistura de agregados
 - Deve ser procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083) da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas na alínea "a". A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas no projeto da mistura.
- Controle da temperatura
 - São efetuadas medidas de temperatura, durante a jornada de 8 horas de trabalho, em cada um dos itens abaixo discriminados:
 - Do agregado, no silo quente da usina;
 - Do ligante, na usina;
 - Da mistura, no momento da saída do misturador.
 - As temperaturas podem apresentar variações de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ das especificadas no projeto da mistura.

- Controle das características da mistura

- Devem ser realizados ensaios Marshall em três corpos-de-prova de cada mistura por jornada de oito horas de trabalho (DNER- ME 043) e também o ensaio de tração por compressão diametral a 25°C (DNER- ME 138), em material coletado após a passagem da acabadora. Os corpos-de- prova devem ser moldados in loco, imediatamente antes do início da compactação da massa.
- Os valores de estabilidade, e da resistência à tração por compressão diametral devem satisfazer ao especificado.

d) Espalhamento e compactação na pista

- Devem ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento da massa imediatamente antes de iniciada a compactação. Estas temperaturas devem ser as indicadas, com uma tolerância de $\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- O controle do grau de compactação - GC da mistura asfáltica deve ser feito, medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e compactada na pista, por meio de brocas rotativas e comparando-se os valores obtidos com os resultados da densidade aparente de projeto da mistura.
- Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos, aleatoriamente, durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC inferiores a 97% ou superiores a 101%, em relação à massa específica aparente do projeto da mistura.

e) Controle da usinagem do concreto asfáltico

O controle da produção (Execução) do Concreto Asfáltico deve ser exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória de acordo com o Plano de Amostragem Aleatória.

- Controles da quantidade de ligante na mistura

- Devem ser efetuadas extrações de asfalto, de amostras coletadas na pista, logo após a passagem da acabadora (DNER-ME 053).
- A porcentagem de ligante na mistura deve respeitar os limites estabelecidos no projeto da mistura, devendo-se observar a tolerância máxima de $\pm 0,3$.

- Deve ser executada uma determinação, no mínimo a cada 700m² de pista.
- Controle da graduação da mistura de agregados
 - Deve ser procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083) da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas na alínea "a". A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas no projeto da mistura.
- Controle da temperatura

São efetuadas medidas de temperatura, durante a jornada de 8 horas de trabalho, em cada um dos itens abaixo discriminados:

- Do agregado, no silo quente da usina;
- Do ligante, na usina;
- Da mistura, no momento da saída do misturador.

As temperaturas podem apresentar variações de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ das especificadas no projeto da mistura.

- Controle das características da mistura

Devem ser realizados ensaios Marshall em três corpos-de-prova de cada mistura por jornada de oito horas de trabalho (DNER- ME 043) e também o ensaio de tração por compressão diametral a 25°C (DNER-ME 138), em material coletado após a passagem da acabadora. Os corpos-de- prova devem ser moldados in loco, imediatamente antes do início da compactação da massa.

Os valores de estabilidade, e da resistência à tração por compressão diametral devem satisfazer ao especificado.

g) Verificação do produto

A verificação final da qualidade do revestimento de Concreto Asfáltico (Produto) deve ser exercida através das seguintes determinações, executadas de acordo com o Plano de Amostragem Aleatório.

- Espessura da camada: Deve ser medida por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos; antes e depois do espalhamento e compactação da mistura. Admite-se a variação de $\pm 5\%$ em relação às espessuras de projeto.
- Alinhamentos: 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 $\pm 5\text{cm}$.
- Acabamento da superfície: Durante a execução deve ser feito em cada estaca da locação o controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas réguas, 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 a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.

O acabamento longitudinal da superfície deve ser verificado por aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta devidamente calibrados (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182) ou outro dispositivo equivalente para esta finalidade. Neste caso o Quociente de Irregularidade - QI deve apresentar valor inferior ou igual a 35 contagens/km ($\text{IRI} \leq 2,7$).

- Condições de segurança: O revestimento de concreto asfáltico acabado deve apresentar Valores de Resistência à Derrapagem - VDR ≥ 45 quando medido com o Pêndulo Britânico (ASTM-E 303) e Altura de Areia - $1,20\text{mm} \geq \text{HS} \geq 0,60\text{mm}$ (NF P-98-216-7).

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

h) Controle tecnológico

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da produção e do produto são estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela Fiscalização, de acordo com a seguinte tabela de controle estatístico de resultados (DNER-PRO 277):

Tabela 4 - Amostragem variável

n	5	6	7	8	9	10	11	12
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10
n	13	14	15	16	17	19	21	
K	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01	
α	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	
n = n° de amostras, K = coeficiente multiplicador; α = risco do executante								

Aceitação

Todos os ensaios de controle e determinações relativos à produção e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem, deverão cumprir as Condições Gerais e Específicas desta Especificação Técnica, e estar de acordo com os critérios constantes no ANEXO A.

i) Preservação ambiental

No decorrer da execução dos serviços de revestimento betuminoso do tipo concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) deverão ser observados cuidados visando à preservação do meio-ambiente, envolvendo a produção de asfalto e aplicação de agregados, tanto na estocagem quanto na operação da usina misturadora, tal que:

- No decorrer do processo de obtenção de agregados deverá ser evitada a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental, bem como deverão ser impedidas as queimadas como forma de desmatamento.

j) Critérios de medição

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

- O CBUQ deve ser medida em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- no cálculo dos volumes de CBUQ devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico;
- não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- 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.

14,102	EXECUÇÃO DE IMPRIMAÇÃO IMPERMEABILIZANTE COM ASFALTO DILUÍDO CM-30 - INCLUSO FORNECIMENTO ASFALTO DILUÍDO.
--------	--

a) Objetivo

A presente especificação técnica tem como objetivo estabelecer as condições exigíveis para a execução de imprimação impermeabilizante.

Imprimação consiste na aplicação de material asfáltico sobre a superfície da base concluída, antes da execução do revestimento asfáltico, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilização e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado.

b) Materiais

O ligante asfáltico empregado na imprimação pode ser o asfalto diluído CM-30, em conformidade com a norma DNER – EM 363/97, ou a emulsão asfáltica do tipo EAI, em conformidade com a norma DNIT 165/2013 – EM.

A taxa de aplicação “T” é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente na obra. As taxas de aplicação do asfalto diluído usuais são da ordem de 0,8 a 1,6 l/m² e da emulsão asfáltica da ordem de 0,9 a 1,7 l/m², conforme o tipo e a textura da base.

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 a ser imprimada apresentar qualquer sinal de excesso de umidade.

A taxa de aplicação é definida como aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas e depende do tipo de material betuminoso e da textura da base a ser imprimada. Deverá ser determinada experimentalmente no local da obra, devendo ficar compreendida entre 0,8l/m² e 1,6l/m², conforme o tipo e a textura da base.

Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve apresentar, por parte do fabricante/distribuidor, certificado contendo os resultados dos ensaios de caracterização exigidos nesta Especificação Técnica, 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 10 dias. Deve trazer, também, indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e a distância de transporte entre o fornecedor e o canteiro de obra.

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.

c) Equipamentos

Para a varredura da superfície da base usam-se vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido também pode ser usado.

A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento que permitam a aplicação do ligante asfáltico em quantidade uniforme.

Os carros distribuidores de ligante asfáltico, especialmente construídos para esse fim, devem ser providos de dispositivos de aquecimento, dispondo de tacômetro, calibradores e termômetros com precisão de 1 °C, instalados em locais de fácil observação e, ainda, possuir espargidor manual, para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas. As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena, com dispositivo de ajustamento vertical e larguras variáveis de espalhamento uniforme do ligante asfáltico.

O depósito de material asfáltico, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter capacidade para armazenar a quantidade de ligante asfáltico a ser aplicada em, pelo menos, um dia de trabalho.

d) Execução

A imprimação não deverá ser executada quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, em condições de neblina, nem em dias de chuva ou quando esta for iminente.

Na ocasião da aplicação do material betuminoso, a base deverá estar seca ou levemente úmida, de modo a não prejudicar a distribuição uniforme do material betuminoso.

Antes da execução da imprimação e após a perfeita conformação geométrica da base, a superfície da base deverá ser totalmente limpa, de modo a eliminar todo o pó e materiais soltos remanescentes. Para a limpeza da superfície, deverão ser utilizadas, preferencialmente, vassoura mecânica, limpeza manual ou jato de ar comprimido.

Aplica-se, a seguir, o ligante asfáltico, na temperatura adequada, na quantidade recomendada e de maneira uniforme. A temperatura de aplicação do ligante asfáltico

deve ser fixada para o tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para seu espalhamento. A faixa de viscosidade recomendada para espalhamento dos asfaltos diluídos é de 20 a 60 segundos Saybolt Furol (NBR 14.491:2007). No caso de utilização da EAI a viscosidade de espalhamento é de 20 a 100 segundos Saybolt Furol.

A tolerância admitida para a taxa de aplicação do ligante asfáltico definida pelo projeto e ajustada experimentalmente no campo é de $\pm 0,2$ l/m².

Deve-se imprimir a largura total da pista em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, trabalha-se em uma faixa de tráfego e executa-se a imprimação da faixa de tráfego adjacente assim que a primeira for liberada ao tráfego. O tempo de exposição da base imprimada ao tráfego, depois da efetiva cura, deve ser condicionado ao comportamento da mesma, não devendo ultrapassar 30 dias.

A fim de evitar a superposição ou excesso nos pontos iniciais e finais das aplicações devem ser colocadas faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do ligante asfáltico situem-se sobre essas faixas, as quais devem ser, a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida.

e) Controle tecnológico

O número e a frequência de determinações da taxa de aplicação (T) do ligante devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem previamente aprovado pela Fiscalização e elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97. O tamanho das amostras deve ser documentado e informado previamente à Fiscalização.

f) Controle de qualidade

Os asfaltos diluídos devem ser submetidos aos seguintes ensaios:

- Ensaio de Viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004), para cada carregamento que chegar à obra, a diferentes temperaturas, para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura;
- Ensaio do Ponto de Fulgor e Combustão (vaso aberto Cleveland - DNER-ME 148), para carregamento que chegar à obra;
- Ensaio de Viscosidade Cinemática a 60°C (NBR 14756), para cada carregamento que chegar à obra;
- Ensaio de Destilação (DNER-ME 012), para verificação da quantidade de solvente, para cada 100 t que chegar à obra.

g) Controle de temperatura

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

h) Controle de quantidade

O controle da quantidade do ligante asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de massa (P1) 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 cura total (até massa constante) do ligante asfáltico coletado (P2) se obtém a taxa de aplicação do resíduo (TR) da seguinte forma:

$$TR = \frac{P2 - P1}{A}$$

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

Para trechos de imprimação de extensão limitada ou com necessidade de liberação imediata, com área de no máximo 4.000 m², devem ser feitas 5 determinações de T, no mínimo, para controle.

Nos demais casos, para segmentos com área superior a 4.000 m² e inferior a 20.000 m², o controle da execução da imprimação deve ser exercido mediante a coleta de amostras para determinação da taxa de aplicação, feita de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável.

i) Aceitação

Os resultados de todos os ensaios deverão atender às especificações de materiais aplicáveis.

As medições de temperatura e viscosidade deverão apresentar um resultado situado no intervalo definido pela relação viscosidade x temperatura que satisfaça às Especificações de materiais aplicáveis.

Os valores mínimos admitidos para a taxa de aplicação “T” serão analisados estatisticamente e aceitos conforme os procedimentos descritos no ANEXO A.

Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

j) Preservação ambiental

No decorrer da execução dos serviços de imprimação deverão ser observados cuidados visando à preservação do meio-ambiente, tanto na estocagem de materiais quanto na aplicação do ligante, tal que:

Na estocagem do material betuminoso deve ser evitada a instalação de depósitos próximos a cursos d’água, e na desmobilização desta atividade, remover os depósitos de ligante e efetuar a limpeza do local, recompondo a área afetada pelas atividades da construção.

Deverá ser impedido o refugo de materiais já utilizados na faixa de pouso e áreas adjacentes, ou qualquer outro lugar causador de prejuízo ambiental.

A área de armazenagem do material betuminoso deve ser impermeável, com contenção e cobertura.

Objetivando a preservação ambiental, 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 070/2006-PRO, e na documentação técnica vinculada à execução das obras, compreendendo 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.

k) Critérios de medição

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

- A execução da imprimação deve ser medida em metros quadrados, considerando a área efetivamente executada. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- no cálculo das áreas de imprimação devem ser consideradas as larguras e comprimentos médios das áreas validadas pelo controle tecnológico;
- não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- 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.

14,103	EXECUÇÃO DE PINTURA DE LIGAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA RR-2C - INCLUSO FORNECIMENTO EMULSÃO.
--------	--

a) Objetivo

Esta Especificação Técnica tem por objetivo estabelecer a sistemática a ser empregada na aplicação uniforme de ligante asfáltico destinado a promover a aderência entre a base e o revestimento asfáltico, ou entre camadas asfálticas.

b) Definição

Pintura de ligação consiste na aplicação de ligante asfáltico sobre superfície de base ou revestimento asfáltico anteriormente à execução de uma camada asfáltica qualquer, objetivando promover condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado.

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 a ser imprimada 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 contendo os resultados dos ensaios de caracterização exigidos nesta Especificação Técnica, 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 10 dias. Deve trazer, também, indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e a 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.

Condições Específicas

c) Material

- a) O ligante asfáltico empregado na pintura de ligação deve ser do tipo RR-1C, em conformidade com a Norma DNER-EM 369/97.
- b) A taxa recomendada de ligante asfáltico residual é de 0,3 l/m² a 0,4 l/m². Antes da aplicação, a emulsão deve ser diluída na proporção de 1:1 com água a fim de garantir uniformidade na distribuição desta taxa residual. A taxa de aplicação de emulsão diluída é da ordem de 0,8 l/m² a 1,0 l/m².
- c) A água deve ser isenta de teores nocivos de sais ácidos, álcalis, ou matéria orgânica e outras substâncias nocivas.

d) Equipamentos

- a) Para a varredura da superfície a ser pintada usam-se vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido também pode ser usado.
- b) A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento que permitam a aplicação do ligante asfáltico em quantidade uniforme.
- c) Os carros distribuidores de ligante asfáltico, especialmente construídos para esse fim, devem ser providos de dispositivos de aquecimento, dispoindo de tacômetro, calibradores e termômetros com precisão de 1 °C, instalados em locais de fácil observação e, ainda, possuir espargidor manual, para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas. As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena, com dispositivo de ajustamento vertical e larguras variáveis de espalhamento uniforme do ligante.
- d) O depósito de ligante asfáltico, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter capacidade para armazenar a quantidade de ligante asfáltico a ser aplicada em, pelo menos, um dia de trabalho.

e) Execução

- a) Antes da execução dos serviços deve ser implantada a adequada sinalização, visando à segurança do tráfego no segmento rodoviário, e efetuada sua manutenção permanente durante a execução dos serviços.
- b) A superfície a ser pintada deve ser varrida, a fim de ser eliminado o pó e todo e qualquer material solto.
- c) Antes da aplicação do ligante asfáltico, no caso de bases de solo-cimento ou de concreto magro, a superfície da base deve ser umedecida.
- d) Aplica-se, a seguir, o ligante asfáltico na temperatura compatível, na quantidade recomendada e de maneira uniforme. A temperatura da aplicação do ligante asfáltico deve ser fixada em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. A viscosidade recomendada para o espalhamento da emulsão deve estar entre 20 e 100 segundos “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004/94).
- e) Após aplicação do ligante deve-se aguardar o escoamento da água e a evaporação em decorrência da ruptura.

- f) A tolerância admitida para a taxa de aplicação “T” da emulsão diluída é de $\pm 0,2$ l/m². Deve ser executada a pintura de ligação na pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deve ser deixada, sempre que possível, fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, trabalhar em meia pista, executando a pintura de ligação da adjacente, assim que a primeira for permitida ao tráfego.
- g) A fim de evitar a superposição ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, devem ser colocadas faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o início e o término da aplicação do ligante asfáltico estejam sobre essas faixas, as quais devem ser, a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida.

Condicionantes Ambientais

Objetivando a preservação ambiental, 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 070/2006-PRO, e na documentação técnica vinculada à execução das obras, compreendendo 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.

Inspeções

f) Controle do insumo

O material utilizado na execução da pintura de ligação deve ser rotineiramente examinado, mediante a execução dos seguintes procedimentos:

- a) O ligante asfáltico deve ser examinado em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT e satisfazer às especificações em vigor. Para todo carregamento que chegar à obra devem ser executados os seguintes ensaios na emulsão asfáltica:
 - ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004/94) a 50°C.
 - ensaio de resíduo por evaporação (ABNT NBR14376/2007);
 - ensaio de peneiramento (DNER-ME 005/95);
 - determinação da carga da partícula (DNIT 156/2011-ME).

- b) Para cada 100 t devem ser executados os seguintes ensaios:
- ensaio de sedimentação para emulsões (DNER- ME 006/00);
 - ensaio de Viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004/94) a várias temperaturas, para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura.

g) Controle da execução

○ **Temperatura**

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

○ **Taxa de aplicação**

- a) O controle da quantidade do ligante asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de massa (P1) 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 (P2) se obtém a taxa de aplicação do resíduo (TR) da seguinte forma:

$$TR = \frac{P2 - P1}{A}$$

A partir da taxa de aplicação do resíduo (TR) se obtém a Taxa de Aplicação (T) da emulsão asfáltica RR-1C, em função da porcentagem de resíduo verificada no ensaio de laboratório, quando do recebimento do correspondente carregamento do ligante asfáltico.

- b) Para trechos de pintura de ligação de extensão limitada ou com necessidade de liberação imediata, com área de no máximo 4.000 m², devem ser feitas 5 determinações de T, no mínimo, para controle.

- c) Nos demais casos, para segmentos com área superior a 4.000 m² e inferior a 20.000 m², o controle da execução da imprimação deve ser exercido mediante a coleta de amostras para determinação da taxa de aplicação, feita de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável.

h) Verificação do produto

Devem ser verificadas visualmente a homogeneidade da aplicação e a ruptura do ligante.

Plano de amostragem – controle tecnológico

O número e a frequência de determinações da taxa de aplicação (T) do ligante devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem previamente aprovado pela Fiscalização e elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97.

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

Condições de conformidade e não-conformidade

- a) As condições de conformidade e de não conformidade da taxa de aplicação (T) devem ser analisadas de acordo com os seguintes critérios:

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:

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

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

Onde:

xi – 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”.

- b) Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta Especificação Técnica.

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 Especificação Técnica; caso contrário deve ser rejeitado.

i) Critérios de medição

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

- A execução da pintura de ligação deve ser medida em metros quadrados, considerando a área efetivamente executada. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais,

transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;

- no cálculo das áreas de pintura de ligação devem ser consideradas as larguras e comprimentos médios das áreas validadas pelo controle tecnológico;
- não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- 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.

14,104	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE BRITA GRADUADA SIMPLES TRATADA COM CIMENTO - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019
---------------	--

a) Objetivo

A presente especificação técnica tem como objetivo estabelecer as condições exigíveis para a execução de sub-base ou base de brita graduada tratada com cimento.

Brita graduada tratada com cimento é o produto resultante da mistura, em usina, de pedra britada, cimento Portland, água e, eventualmente, aditivos, em proporções determinadas experimentalmente. Após a mistura dos materiais, compactação e cura, a mistura adquire propriedades físicas específicas para atuar como camada de base ou sub-base de pavimentos.

A camada inferior do pavimento, sobre a qual será colocada a brita graduada tratada com cimento, deverá estar perfeitamente regularizada e consolidada, obedecendo às condições de alinhamentos e greide longitudinais e transversais estabelecidos no projeto.

b) Materiais

Cimento

O cimento empregado deve atender as especificações definidas na norma ABNT NBR 16697.

A quantidade de cimento Portland a adicionar deve ser superior a 4% em peso dos agregados.

A mistura deve apresentar uma resistência à compressão simples, aos 7 (sete) dias, superior a 5,2 MPa, em corpos de prova cilíndricos, com 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, moldados com a energia do AASHTO T-180, rompidos após imersão em água durante 4 horas.

Resistências muito grandes não são desejáveis, uma vez que propiciariam um efeito de placa elevado à camada de base, eliminando a harmonia estrutural considerada nos métodos de dimensionamento.

Água

Deve estar isenta de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais à hidratação do cimento. Deve atender aos requisitos estabelecidos pela NBR NM 137.

Agregados

Os agregados utilizados na mistura devem ser constituídos de fragmentos duros, limpos e duráveis, sem excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desagregação, e isentas de matéria orgânica, ou de outra qualquer substância prejudicial.

O agregado graúdo deverá ser submetido a ensaios de laboratório e ter suas características enquadradas dentro dos limites estabelecidos abaixo:

- O percentual de desgaste, determinado pelo ensaio de abrasão Los Angeles (NBR NM51), não poderá ser superior a 40%; e

- O índice de forma, determinado pelo método DNER ME 086, deverá ser superior a 0,5; e o material retido na peneira nº 4 não deverá apresentar mais de 5% de fragmentos que se desagreguem após 30 minutos de imersão em água, e ainda possuir, no mínimo, 25% das partículas tendo, pelo menos, duas faces britadas.

O agregado miúdo deverá ser submetido a ensaios de equivalente de areia (NBR 12052), devendo possuir um índice superior a 35%.

Quando submetido a 5 ciclos no ensaio de durabilidade (soundness test), DNER M89-64, deve apresentar uma perda de, no máximo, 20 % com o sulfato de sódio e de 30 % com o sulfato de magnésio.

c) Mistura

A dosagem da mistura deve conter:

- a) Curva granulométrica de projeto da mistura dos agregados, devendo-se enquadrar, preferencialmente, em uma distribuição central aos limites da faixa “2”, indicada no quadro abaixo (Especificação Geral DIRENG – Brita Graduada);
- b) A faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer à tolerância indicada para cada peneira no quadro abaixo, porém respeitando os limites da faixa granulométrica;
- c) A porcentagem do material que passa na peneira número 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira número 40.

Tabela 5 - Faixa granulométrica da mistura

Peneira de Malha Quadrada		% em Massa, passando				Tolerância
ASTM	mm	Faixa 1	Faixa 2	Faixa 3	Faixa 4	
2"	50,8	100	100	-	-	-
1 ½"	38	95 - 100	80 - 95	100	-	± 5,0%
1"	25,4	70 - 95	55 - 85	70 - 95	100	± 8,0%
¾"	19	55 - 85	50 - 80	55 - 85	70 - 100	± 8,0%
3/8"	9,5	40 - 70	40 - 70	40 - 70	48 - 82	± 8,0%
Nº 4	4,8	30 - 60	30 - 60	35 - 65	35 - 65	± 8,0%
Nº 40	0,42	12 - 30	10 - 30	10 - 30	15 - 30	± 5,0%
Nº 200	0,074	0 - 8	5 - 15	5 - 15	5 - 15	± 3,0%

d) Equipamentos

Os seguintes tipos de equipamentos são indicados, devendo ser previamente aprovados pela Fiscalização:

- Usina de solos de capacidade nominal mínima de 100 th, munida de 3 ou mais silos de agregados, 1 ou mais silos de cimento, 1 dosador de umidade, 1 dosador de cimento e 1 misturador. O misturador deve ser de eixos gêmeos paralelos, girando em sentidos opostos, de modo a produzir mistura uniforme. Os silos devem possuir dispositivos que permitam a dosagem precisa dos materiais. Os dosadores de umidade e de cimento devem poder adicionar água e cimento, respectivamente, à mistura de agregados, de modo preciso e uniforme, para que a unidade seja constante e o teor de cimento o previsto.
- Caminhões basculantes.
- Distribuidores de agregados autopropulsados, munidos de dispositivos que permitam distribuir o material em espessura adequada, uniforme e na largura do espalhamento.
- Rolos compactadores autopropulsores dos tipos liso (vibratório e estático) e pneumático.
- Carro-tanque distribuidor de água.

- Motoniveladora.
- Marteletores para corte de juntas.
- Ferramentas manuais.

e) Execução

Dosagem e Mistura

A dosagem e a mistura devem ser processadas em usina de solos. O fluxo de agregados dos silos deve ser tal, que se obtenha a mistura especificada. O cimento, introduzido pelo respectivo dosador, de tal modo que o teor obtido não difira de mais de 0,4 % do teor estabelecido. A água, dosada em volume, deve ter uma vazão verificada por dispositivos de controle.

A calibragem e a fixação da produção horária de trabalho da usina devem permitir a mistura perfeita dos componentes. Se forem observadas zonas mortas no misturador, deve-se procurar suprimi-las, pela redução do fluxo de material, ou por outra modificação no processo.

Transporte e espalhamento

Os materiais misturados devem ser protegidos por lonas, a fim de evitar qualquer perda de umidade durante o transporte para o local de espalhamento.

O espalhamento deve ser feito em uma única operação sobre a superfície previamente umedecida, mas sem estar excessivamente molhada. A mistura deve ser espalhada por distribuidores de agregados autopropulsados de modo que possa ser compactada com conformação suplementar.

Os distribuidores de agregados autopropulsados devem permitir a obtenção da superfície final de acordo com as condições geométricas fixadas no projeto e dentro das tolerâncias estabelecidas.

A espessura solta deve ser determinada previamente, em trechos experimentais, de modo a se obter a espessura compactada fixada em projeto, às expensas da empreiteira. Nesses trechos devem ser utilizados os equipamentos, as misturas e os processos construtivos e de controle que serão adotados no serviço.

Em caso de execução em mais de uma camada, a superfície da camada compactada inicialmente deve ser protegida contra perda de umidade até que se construa a camada seguinte.

f) Compactação

O equipamento de compactação deve permitir a obtenção da massa específica aparente seca "in situ", igual ou superior a 100 % da máxima obtida no ensaio AASHTO T-180 dentro do limite de tempo adiante especificado.

A compactação deve começar nas bordas e progredir longitudinalmente para o centro, de modo que o compressor cubra, uniformemente, em cada passada, pelo menos, uma quarta parte da largura de compactação da passada anterior.

As superfícies inacessíveis aos rolos devem ser compactadas por outros meios que sejam capazes de proporcionar uma compactação igual ou superior à especificada.

Se perdurarem locais que necessitem de correções geométricas, ou se houver segregação visível, deve-se refazer a última camada, repetindo-se as operações de construção descritas.

O prazo máximo permitido entre o momento da adição de água à mistura agregado-cimento e o término da compactação é de duas horas.

g) Juntas de construção

No fim de cada dia de trabalho deve ser executada uma junta de construção transversal, com material completamente compactado, perpendicularmente ao eixo longitudinal da faixa em execução.

As juntas de construção longitudinais são feitas entalhando-se verticalmente a borda da faixa já executada.

A face da junta de construção deve ser umedecida antes da colocação da camada adjacente.

h) Cura

A camada de base deverá ser recoberta por uma película betuminosa protetora. A taxa e a natureza desta película devem ser determinadas experimentalmente pela empreiteira, às suas expensas.

A película protetora deve ser aplicada em quantidade suficiente para constituir uma membrana contínua sobre a base, logo após a compactação da última camada, não se tolerando demora de mais de oito horas. Deve-se manter umedecida a superfície, até que a película seja aplicada.

Durante sete dias após a aplicação da película protetora, salvo autorização dada pela Fiscalização, não será permitido tráfego nem permanência de equipamento sobre a base.

Controle

i) Controle tecnológico

- Devem ser procedidos os seguintes ensaios de laboratório:
- Determinação da massa específica aparente seca in situ, a cada 800 m² de área, no máximo; o número de determinações pode ser reduzido, a critério da Fiscalização, desde que se verifique a homogeneidade do material.
- Determinação do teor de umidade, pelo menos a cada 800 m² de área, imediatamente antes da compactação.
- Ensaio de compactação, segundo o ensaio AASHTO T-180, para determinação da massa específica aparente, seca, máxima, pelo menos a cada 800 m² de área, no máximo.

- Quatro ensaios de granulometria por dia de trabalho de cada usina. Coletar para ensaio, pelo menos, duas amostras da saída do misturador e duas da pista, após espalhamento.
- Dois ensaios diários de determinação do teor de cimento.
- Um ensaio diário de finura do cimento.
- Um ensaio de resistência à compressão simples para cada 1500 m² de área, em corpos de prova moldados com material retirado da pista imediatamente antes da compactação.
- Uma determinação de Índice Suporte Califórnia (ISC ou CBR) a cada 1800m² de camada executada.
- Um conjunto de ensaios para caracterização de agregados a cada 1800m² executados.

j) Controle geométrico

Após a execução da base, proceder-se-á à relocação e ao nivelamento do eixo e de alinhamentos paralelos permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- 10 cm, para mais ou para menos, quanto à largura da plataforma;
- Cotas de superfície acabada iguais às cotas de projeto igual a 1,0 cm, para mais ou para menos;
- Na verificação da conformidade da superfície, não devem ser toleradas flechas maiores que 1,0 cm quando determinadas com régua de 3,60 m;
- A espessura da camada de base não deve ser menor do que a espessura do projeto menos 1 cm.

Não será tolerado nenhum valor individual fora do intervalo de 1,5 cm, para mais ou para menos, em relação à espessura do projeto.

No caso de aceitação, dentro das tolerâncias estabelecidas, de uma camada de reforço com espessura inferior à de projeto, o revestimento deve ser aumentado de uma espessura estruturalmente equivalente à diferença encontrada, operação está às expensas da construtora.

No caso da aceitação de camada de base dentro das tolerâncias, com espessura média superior à de projeto, a diferença não deve ser deduzida da espessura do revestimento.

Aceitação

Para serem considerados recebidos e liberados, os trechos deverão apresentar as seguintes características:

k) Granulometria

Os resultados dos ensaios de granulometria realizados deverão atender os limites exigidos na tabela da faixa granulométrica.

Resistência à compressão simples

Os valores das determinações da Resistência à Compressão Simples (fck) deverão ser superiores a 8 MPa aos 28 dias.

Os valores mínimos dos resultados do fck da BGTC serão controlados conforme o método de controle DIRENG MC-01, onde a percentagem dentro dos limites (PDL) deverá ser superior a 85%.

Espessura e greide

A superfície da camada acabada não deverá variar em relação às cotas de projeto mais do que 10,0 mm. O greide acabado será determinado após o nivelamento dos pontos considerando o projeto de terraplenagem.

Quando mais de 15% dos pontos nivelados de uma determinada área estiverem fora desta tolerância, a área deficiente deverá ser removida e reconstruída.

Irregularidades

A superfície da camada acabada deverá satisfazer os alinhamentos, perfis e seções do projeto.

As irregularidades serão medidas com auxílio de uma régua de 3,60 m de comprimento paralelamente e perpendicularmente ao eixo da pista a cada metro. Os locais a serem medidos serão definidos pela Fiscalização.

Os desníveis medidos com a régua não poderão variar mais que 10,0 mm. Quando mais de 15% das medições estiverem fora desta tolerância, a área deficiente deverá ser removida e reconstruída.

Largura da camada

A largura da camada de base granular deverá estar em conformidade com a largura definida em projeto, não sendo tolerada largura inferior.

Preservação Ambiental

Os cuidados a serem observados, visando à preservação do meio ambiente, no decorrer das operações destinadas à execução da BGTC são:

- Atendimento às recomendações preconizadas na DNIT 107/2009 – ES.
- No caso de material pétreo (agregado graúdo) deverão ser observados cuidados na exploração das ocorrências de materiais conforme indicado nos itens a seguir:
 - O material somente será aceito caso a Contratada apresente licença ambiental de operação da pedreira, licença municipal para a exploração, licenças ambientais concedidas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e Departamento de Recursos Minerais (DRM), e registro no Cadastro Técnico Federal (CTF), para arquivamento das cópias junto ao Setor do Meio Ambiente do contratante;
 - Evitar a localização da pedreira e instalações de britagem em área de preservação e planejar adequadamente a exploração da pedreira, de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
 - Não provocar queimadas como forma de desmatamento.

As entradas de acesso deverão seguir as recomendações da DNIT 105/2009 – ES.

Deverão ser construídas junto às instalações de britagem bacias de sedimentação para redenção do pó de pedra, eventualmente produzido um excesso ou por lavagem de brita, evitando carreamento para cursos d'água.

Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos fora do corpo estradal, para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural.

As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas, de forma que resíduos de lubrificante e/ou combustíveis não sejam levados até cursos d'água.

I) Critérios de medição

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

- A BGTC deve ser medida em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- no cálculo dos volumes da BGTC devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico;
- não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- 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.

14,105	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE PEDRA RACHÃO - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019
--------	---

a) Materiais

A camada drenante deve ser constituída de rachão, com materiais granulares com umidade entre 3% e 7% (no momento da aplicação) e possuir espessura de 40 cm, no mínimo.

Os agregados deverão ser constituídos por produtos da britagem primária de rocha sã. Opcionalmente, poderão ser utilizados materiais pétreos naturais desmontados pela ação de lâmina e escarificador de trator de esteira ou basaltos vítreos. Em qualquer caso, deverão ser atendidas as seguintes condições gerais para o agregado graúdo empregado:

Deverão ser constituídos de fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, e de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;

Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89), os agregados deverão apresentar perdas não superiores a 15%;

Para o agregado retido na peneira de 2,00 mm (nº 10), a porcentagem de desgaste no ensaio de Abrasão "Los Angeles" (DNER-ME 35) não deverá ser superior a 60%;

O diâmetro máximo recomendado deverá estar compreendido entre 1/3 e 2/3 da espessura final de camada individual executada, não devendo superar a 200 mm (8");

Deverá ser evitada a utilização de agregado graúdo com quantidade apreciável de fração fina. Para tal, se necessário, a fração fina deverá ser separada através do emprego de peneira classificadora vibratória de 50 mm;

É preferível a utilização de agregados de um só tamanho.

b) Execução

A execução da camada de material drenante deve observar os elementos técnicos fornecidos à CONTRATADA, como: seções transversais de terraplenagem, notas de serviços e desenhos geométricos.

A operação deve ser precedida da execução dos serviços de remoção e limpeza de camada vegetal, regularização da superfície do terreno e aplicação das mantas de geotêxtil.

O material deverá ser lançado e espalhado, servindo como aterro de conquista, para posterior passagem de rolo liso vibratório.

c) Controle e aceitação

Antes do início dos serviços a contratada deverá apresentar a fiscalização laudo comprobatório da qualidade do material a ser empregado, conforme características apresentadas no item **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

O acabamento da plataforma de aterro será procedido mecanicamente, de forma a alcançar-se a conformação da seção transversal do projeto, admitidas as seguintes tolerâncias:

Variação da altura máxima de 0,02 m para mais ou para menos, para o eixo, bordas e alinhamentos paralelos;

Variação máxima da dimensão horizontal da plataforma, em qualquer direção e sentido, de + 0,20 m, não se admitindo variação para menos.

O acabamento, quanto à declividade transversal e à inclinação dos taludes, será verificado pela Fiscalização, de acordo com o projeto.

d) Critérios de medição

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

- A camada de rachão deve ser medida em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- no cálculo dos volumes da camada de rachão devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico;
- não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- 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.

14,106	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE REFORÇO DE SUBLEITO PARA PAVIMENTAÇÃO, COM SOLO ARGILOSO (ATERRO) - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE
---------------	--

Este capítulo é baseado na norma DNIT 137/2010 – ES (Pavimentação – Regularização do subleito).

a) Objetivo

A presente especificação técnica tem como objetivo estabelecer as condições exigíveis para a regularização do subleito.

A regularização do subleito será realizada nos 20 cm superficiais de espessura da camada final de terraplenagem.

A melhoria a ser executada após a conclusão da camada final de terraplenagem nas áreas a pavimentar, destina-se à uniformização do subleito, com vistas à conformação do mesmo, obedecendo às cotas de projeto, e à homogeneização da compactação e capacidade de suporte (CBR).

b) Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito devem ser preferencialmente oriundos do próprio subleito. Em caso de adição de material, estes devem ser provenientes de jazidas indicadas no projeto e apresentar as características estabelecidas na norma do DNIT 108/2009-ES.

No caso de substituição ou adição de materiais, ensaios de CBR e de compactação são recomendados para caracterização do material de substituição de solos, estes materiais devem atender às especificações descritas abaixo:

- Ser constituídos de partículas de diâmetro máximo não superior a 76 mm;
- Apresentar índice de expansão menor ou igual a 2%;

O material deverá ter um CBR mínimo igual ou superior ao CBR de projeto.

c) Equipamentos

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado e estar de acordo com esta especificação, sem a qual não poderá ser iniciado o serviço.

Deverão ser utilizadas:

- Motoniveladoras pesadas com escarificador;
- Caminhões com tanque de água (caminhões pipa);
- Rolos compactadores autopropulsados tipos pé-de-carneiro, liso-vibratório e rolos pneumáticos;
- Grades de disco e arados de discos;
- Tratores de pneus;
- Pulvi-misturadores.

Os equipamentos de compactação e mistura serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado e com a área a ser compactada.

d) Execução

Após a execução da camada final de terraplenagem, deve se proceder a uma escarificação geral até a profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

A regularização do subleito deverá ser feita de acordo com os perfis indicados em projeto. Não será permitida a execução dos serviços nos dias de chuva.

e) Controle

a) Controle tecnológico

Para controle tecnológico dos trabalhos na execução da regularização do subleito, deverão ser procedidos os seguintes ensaios:

- Ensaios de Caracterização (Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade e Granulometria, de acordo com as normas DNER-ME 122, DNER-ME 082, DNER-ME 080, respectivamente) do material espalhado no subleito a ser regularizado, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra para cada 1.000 m² de área, e dois grupos de ensaios por dia, no mínimo. O número de Ensaios de Caracterização pode ser reduzido, a critério do contratante, desde que se verifique a homogeneidade do material.
- Ensaio de Compactação com a energia do Proctor Modificado para determinação da massa específica aparente seca máxima e do teor de umidade ótima pelo método DNIT 164/2013-ME – Método “C”, com material coletado no subleito a ser regularizado, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada pelo menos uma amostra a cada 500 m² de área. O número de ensaios de compactação pode ser reduzido, a critério do contratante, desde que se verifique a homogeneidade do material.
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) ou *California Bearing Ratio* (CBR) e Expansão, com energia de compactação indicado pelo método DNIT 172/2016-ME, determinado acima, para o material coletado no subleito a ser regularizado, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada pelo menos uma amostra a cada 1.000 m² de área, e um ensaio a cada dois dias, no mínimo. O número de ensaios de ISC (ou CBR) e expansão pode ser reduzido, a critério do contratante, desde que se verifique a homogeneidade do material.

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.

b) Controle de execução

O controle da execução da regularização 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 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.

c) Controle geométrico

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.

a) Aceitação

Os trechos de subleito regularizado somente poderão receber camadas de pavimento após terem sido recebidos e liberados pelo contratante. Para serem considerados recebidos e liberados, os trechos deverão apresentar as seguintes características:

- Os valores das determinações de massa específica aparente “in situ” deverão ser iguais ou superiores a 100% da massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio de compactação com energia Proctor Modificado.
- Os valores das determinações do Índice de Suporte Califórnia deverão ser superiores ao indicado em projeto;
- O teor de umidade deverá ser o ótimo, do ensaio citado, com tolerância de $\pm 2\%$. Dependendo da natureza do subleito, o teor de umidade poderá ser alterado (conforme contratante), com finalidade de se evitar trincamento;

Todos os ensaios de controle e determinações relativos à execução e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem, devem cumprir as condições gerais e específicas desta Especificação Técnica, e estar de acordo com os critérios constantes no ANEXO A.

Preservação Ambiental

No decorrer da execução dos serviços deverão ser observados cuidados visando à preservação do meio-ambiente.

Na execução dos serviços de regularização do subleito deverá ser observada a disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos, de modo a evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural, através do tráfego desordenado dos equipamentos fora da área a ser pavimentada.

Cuidado especial deverá ser tomado para evitar que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até cursos d’água, observando-se o local apropriado ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos.

Devem ser devidamente observados e adotados as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema ambiental definido e/ou instituídos no

instrumental técnico-normativo pertinente vigente no DNIT ou outros órgãos competentes.

As exigências dos órgãos ambientais deverão ser atendidas durante a execução dos serviços.

b) Critérios de medição

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

- A regularização do subleito deve ser medida em metros quadrados, considerando a área efetivamente executada. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- no cálculo das áreas de regularização do subleito devem ser consideradas as larguras e comprimentos médios das áreas validadas pelo controle tecnológico;
- não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- 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.

14,107	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE SUBLEITO DE SOLO PREDOMINANTEMENTE ARGILOSO. AF_11/2019
14,108	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M ³ - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 1,20 M ³ / 155 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020

a) Objetivo

A presente especificação técnica tem como objetivo estabelecer as condições exigíveis para a execução da camada final de terraplenagem (CFT).

A melhoria executada após a conclusão da terraplenagem nas áreas a pavimentar, destina-se à uniformização do subleito, com vistas à conformação do mesmo, obedecendo às cotas de projeto, e à homogeneização da compactação e capacidade de suporte (CBR).

A camada final de terraplenagem engloba os cortes e aterros com até 60 cm (3 camadas de 20cm) de espessura.

- Cortes e aterros com espessuras superiores a 60 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.

b) Materiais

Os materiais empregados na camada final de terraplenagem devem ser preferencialmente oriundos do próprio subleito. Em caso de adição de material, estes devem ser provenientes de jazidas indicadas no projeto e apresentar as características estabelecidas na norma do DNIT 108/2009-ES.

No caso de substituição ou adição de materiais, estes devem atender às especificações descritas abaixo:

- Ser constituídos de partículas de diâmetro máximo não superior a 76 mm;
- Apresentar índice de expansão menor ou igual a 2%;
- Apresentar características iguais ou superiores às do material considerado no dimensionamento do pavimento, determinados através do ensaio determinado pela Norma DNER-ME 129/94, com 100% na energia Proctor Modificado;
- Ensaio de índice de Suporte Califórnia – ISC – Norma DNER-ME 49/94, com a energia do Ensaio de Compactação. O material deverá ter um CBR mínimo igual ou superior ao CBR de projeto.
- Para utilização em pavimentos característicos de Lado AR, deve-se apresentar características iguais ou superiores às do material considerado no dimensionamento do pavimento, determinados através do ensaio determinado pelo Método DIRENG ME-01/87, com 95% na energia Proctor Modificado.

Ensaio de CBR e de compactação são recomendados para caracterização do material de substituição de solos. O material deverá ter um CBR mínimo igual ou superior ao CBR de projeto.

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.

c) Equipamentos

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado e estar de acordo com esta especificação, sem a qual não poderá ser iniciado o serviço.

São indicados os seguintes tipos de equipamento para a execução de regularização:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores autopropulsados tipos pé-de-carneiro, liso-vibratórios e pneumáticos;
- Grades de discos, arados de discos e tratores de pneus;
- Pulvi-misturador.

Os equipamentos de compactação e mistura devem ser escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.

d) Execução

Toda a vegetação e material orgânico porventura ainda existentes no subleito devem ser removidos.

Após a execução de cortes, ou a adição de material necessário para atingir o greide de projeto, deve se proceder a uma escarificação geral até a profundidade de 60 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

A camada final de terraplenagem deverá ser feita de acordo com os perfis indicados em projeto. Não será permitida a execução dos serviços nos dias de chuva.

e) Controle

d) Controle tecnológico

Para controle tecnológico dos trabalhos da camada final de terraplenagem (CFT), deverão ser procedidos os seguintes ensaios:

- Ensaios de Caracterização (Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade e Granulometria, de acordo com as normas DNER-ME 122, DNER-ME 082, DNER-ME 080, respectivamente) do material espalhado no subleito a ser regularizado, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada uma amostra para cada 1.000 m² de área, e dois grupos de ensaios por dia, no mínimo. O número de Ensaios de Caracterização pode ser reduzido, a critério do contratante, desde que se verifique a homogeneidade do material.
- Ensaio de Compactação com a energia do Proctor Modificado para determinação da massa específica aparente seca máxima e do teor de umidade ótima pelo método DNIT 164/2013-ME – Método “C”, com material coletado no subleito a ser regularizado, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada pelo menos uma amostra a cada 500 m² de área. O número de ensaios de compactação pode ser reduzido, a critério do contratante, desde que se verifique a homogeneidade do material.
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia (ISC) ou California Bearing Ratio (CBR) e Expansão, com energia de compactação indicado pelo método DNIT 172/2016-ME, determinado acima, para o material coletado no subleito a ser regularizado, em locais determinados aleatoriamente. Deverá ser coletada pelo menos uma amostra a cada 1.000 m² de área, e um ensaio a cada dois dias, no mínimo. O número de ensaios de ISC (ou CBR) e expansão pode ser reduzido, a critério do contratante, desde que se verifique a homogeneidade do material.

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.

e) Controle de execução

O controle da execução da regularização 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 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.

f) **Aceitação**

Os trechos de subleito regularizado somente poderão receber camadas de pavimento após terem sido recebidos e liberados pelo contratante. Para serem considerados recebidos e liberados, os trechos deverão apresentar as seguintes características:

- Os valores das determinações de massa específica aparente “in situ” deverão ser iguais ou superiores a 100% da massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio de compactação com energia Proctor Modificado.
- Os valores das determinações do Índice de Suporte Califórnia deverão ser iguais ou superiores ao indicado em projeto;
- O teor de umidade deverá ser o ótimo, do ensaio citado, com tolerância de $\pm 2\%$. Dependendo da natureza do subleito, o teor de umidade poderá ser alterado (conforme contratante), com finalidade de se evitar trincamento;

- A cota do greide poderá ter uma variação de até ± 3 cm em relação as cotas do projeto;
- O abaulamento poderá ter uma flecha de até 20% em excesso, não se tolerando a falta de material;
- A largura da plataforma poderá ter uma variação de ± 10 cm.

Todos os ensaios de controle e determinações relativos à execução e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem, devem cumprir as condições gerais e específicas desta Especificação Técnica, e estar de acordo com os critérios constantes no ANEXO A.

g) Preservação ambiental

No decorrer da execução dos serviços de melhoria do subleito deverão ser observados cuidados visando à preservação do meio-ambiente.

Na execução dos serviços deverá ser observada a disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos, de modo a evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural, através do tráfego desordenado dos equipamentos fora da área a ser pavimentada.

Cuidado especial deverá ser tomado para evitar que resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis não sejam levados até cursos d'água, observando-se o local apropriado ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos.

Devem ser devidamente observados e adotados as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema ambiental definido e/ou instituídos no instrumental técnico-normativo pertinente vigente no DNIT ou outros órgãos competentes.

As exigências dos órgãos ambientais deverão ser atendidas durante a execução dos serviços.

Objetivando a preservação ambiental, 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 070/2006-PRO, e na documentação técnica vinculada à execução das obras.

h) Critérios de medição

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

- A camada de reforço deve ser medida em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- no cálculo dos volumes da camada de reforço devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico;
- não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- 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.

14,110	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA), PARA VIAS URBANAS (USO VIÁRIO). AF_06/2016
--------	---

a) Objetivo

Definir os critérios que orientam o fornecimento de materiais, a execução, aceitação e medição de guias pré-moldadas.

b) Definição

Tem por finalidade confinar as águas que se precipitam sobre as faixas de

rolamento, estacionamento e áreas confinadas para conduzi-las até uma saída lateral para o terreno natural ou para uma boca de lobo.

Equipamentos

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser inspecionado e aprovado.

Os equipamentos necessários para os serviços de execução das guias pré-moldadas compreendem:

- Caminhão de carroceria fixa ou basculante;
- Betoneira ou caminhão-betoneira;
- Pá-carregadeira;
- Carrinho de concretagem;
- Compactador portátil, manual ou mecânico;
- Ferramentas manuais tais como, pá, enxada, etc.

c) Execução

O agregado mineral e o aglomerante usado no preparo do concreto devem atender as respectivas normas brasileiras, elaboradas pela ABNT.

As formas usadas na moldagem das guias devem ser metálicas e reforçadas para evitar empenamentos.

O concreto usado na confecção das guias deve ser preparado em usinas ou betoneiras. Durante a sua moldagem o mesmo deve ser convenientemente vibrado.

As guias serão assentadas obedecendo ao alinhamento e cotas estabelecidos em projeto.

d) Controle

- a) Materiais: O controle do material deve ser executado através dos seguintes procedimentos:

Para um lote de 300 peças pelo menos a cada 10 unidades de cada de guia, destacadas aleatoriamente, devem ser feitas as seguintes verificações:

- Verificação da forma, presença de materiais de desintegração e condições das arestas;
- Verificação das dimensões das guias pré-moldas.

b) Geometria e acabamento: O controle da geometria deve ser executado através os seguintes procedimentos:

- Nivelamento do fundo da vala para execução dos meios-fios e sarjetas de 5 m em 5 m;
- Nivelamento dos meios fios, sarjetas de 5 m em 5 m;
- Medidas da largura das sarjetas de 5 m e 5 m;
- Alinhamento do meio-fio de 5 m e 5 m e entre eles com fio de arame, nos trechos retos;

e) Aceitação

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde tenham sido atendidas as exigências estabelecidas nesta especificação.

Os lotes de meio-fio pré-moldados são recebidos e aceitos desde que acompanhados de certificado de qualidade.

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

- Na inspeção visual, o acabamento seja julgado satisfatório,
- A tolerância para alinhamento é de $\pm 0,5$ cm em qualquer ponto.

f) Critérios de medição

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

- a quantidade de assentamento de guia (meio-fio) em trecho reto, confeccionada em concreto pré-fabricado camada deve ser medida em metros, considerando a metragem efetivamente executada. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;

14,111	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE CAMADA DE BLOQUEIO
--------	--

a) Objetivo

A presente especificação técnica tem como objetivo estabelecer as condições exigíveis para a execução e compactação de camada de bloqueio com material estabilizado granulometricamente.

A presente especificação técnica está fundamentada na normativa do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) – DNIT 139/2010 - ES.

b) Condições Gerais

Na seleção do diâmetro máximo, da espessura individual por camada e na execução da camada, não é permitido:

- Não deve ser permitida a execução dos serviços 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.

c) 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 1222/94, os materiais devem apresentar as seguintes características:
 - Índice de grupo igual a 0 (zero);
 - A fração retida na peneira nº10 no ensaio de granulometria deve ser constituída de partículas duras, isentas de fragmentos moles, matéria orgânicos ou substâncias prejudiciais.
- Índice de Suporte Califórnia - ISC (CBR) $\geq 20\%$ e expansão $\leq 1\%$. Esses valores devem ser determinados pelos ensaios DNER-ME 129/94, na energia do Método B ou mais que esta e pelo DNER-ME 049/94, com energia do ensaio de compactação.
- No caso de solos lateríticos, os materiais submetidos aos ensaios acima podem apresentar índice de grupo deferente de "0" e expansão $> 1,0\%$ desde que no ensaios de expansibilidade (DNER-ME 029/94) apresente um valor inferior a 10%.

d) Equipamentos

O equipamento básico para a execução da sub-base em material estabilizado granulometricamente:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Caminhão-tanque irrigador;
- Rolos compactadores autopropulsionados tipo pé-de-carneiro, liso vibratórios e pneumáticos;
- Grade de disco e/ou pulvimisturador
- Trator de esteira;
- Pá-carregadeira;
- Arado de disco
- Central de mistura;
- Sapos mecânicos ou rolos vibratórios portáteis.
- Equipamentos e ferramentas complementares, pás, carrinhos de mão, vassourões ou vassouras mecânicas entre outras.

e) 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:

- a) 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.
- b) 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.

Durante o espalhamento do material 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.

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.

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.

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 sub-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 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.

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.

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.

f) Controle

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, DNER-ME 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. Ela pode ser alterada de acordo com os de fiscalização.
- 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.

a) 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 (vide subseção 7.4). 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 \pm 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%.

b) Controle 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.

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:

- \pm 10 cm, quanto à largura da plataforma;
- até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;

c) Controle tecnológico – Plano de amostragem

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.

Critérios de medição

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

- A camada de bloqueio deve ser medida em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- no cálculo dos volumes da sub-base devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico;
- não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- 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.

14,112	EXECUÇÃO DE TSD (CAMADA ANTOIREFLEXÃO DE TRINCAS)
--------	---

a) Objetivo

A presente especificação técnica tem como objetivo estabelecer a sistemática a ser empregada na execução da CART (Camada Anti-reflexão de Trincas) empregando aplicação sucessiva de ligante betuminoso e de agregado mineral, de acordo com os alinhamentos, greide e seção transversal de projeto.

A Camada Anti-reflexão de Trincas – CART será através da execução de Tratamento Superficial Duplo – TSD, atuando como camada de alívio de tensões, diminuindo o potencial de reflexão de trincas da camada cimentada do pavimento para a camada de CBUQ (nos pavimentos semi-rígidos).

- O 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.
- A primeira aplicação do material asfáltico é feita, diretamente, sobre a base imprimada ou pintada e coberta, imediatamente, com agregado graúdo, constituindo a primeira camada do tratamento. A segunda camada é semelhante a primeira, usando-se agregado miúdo.

b) Condições Gerais

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.

Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve apresentar, por parte do distribuidor, certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos nesta Especificação, 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) Materiais

Materiais asfálticos

Podem ser empregados os seguintes ligantes:

- a) Emulsões asfálticas catiônicas de ruptura rápida, preferencialmente tipo RR-2C;
- b) Cimentos asfálticos CAP-150/200.

O emprego da emulsão asfáltica somente será permitido quando seu uso se fizer em todas as camadas do tratamento.

Os ligantes devem obedecer às exigências das Normas DNIT 095/2006-EM e DNIT 128/2010-EM.

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.
- Método para determinação da adesividade a ligante (agregado) - DNER-ME 079/94.

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:

- 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;
- Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086/94);
- Durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 89/94);
- Granulometria do agregado (DNER-ME 083/98), obedecendo às faixas da tabela a seguir:

Tabela 6 - Granulometria das misturas de projeto

Peneira		% passando, em peso			Tolerância da faixa
Nº	Abertura (mm)	Agregado Graúdo	Agregado Miúdo 2ª Camada		
		1ª Camada	A	B	
1"	25,4	100	-	-	± 7
¾"	19,1	90 – 100	-	-	± 7
½"	12,7	20 – 55	100	-	± 7
3/8"	9,5	0 – 15	85 – 100	100	± 7
4	4,8	0 – 5	10 – 30	85 – 100	± 5
10	2,0	-	0 – 10	10 – 40	± 5
200	0,074	0 - 2	0 - 2	0 - 2	± 2

Taxa de aplicação e de espalhamento

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.

As quantidades de ligante asfáltico a serem empregadas na 1ª e na 2ª aplicação devem ser definidas no projeto.

Quando for empregado agregado poroso deve ser considerada a sua porosidade na fixação da taxa de aplicação do ligante asfáltico.

Recomendam-se, de uma maneira geral, as seguintes taxas de aplicação de agregados convencionais e de ligantes asfálticos:

Tabela 7 - Taxas de Aplicação

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

d) Equipamentos

Todo equipamento, antes do início da execução do serviço, deve atender ao recomendado nesta Especificação. Os equipamentos requeridos são os seguintes:

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;

Distribuidores de agregados rebocáveis ou automotrizes, possuindo dispositivos que permitam um espalhamento homogêneo da quantidade de agregados fixada no projeto;

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) Execução

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

- Inicialmente, deve-se realizar uma varredura da camada cimentada com produto de cura, para eliminar todas as partículas de pó.
- 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:
 - Emulsão asfáltica, 20 a 100 segundos Saybolt-Furol (DNER-ME 004/94).
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Após a compressão da camada, obtida a fixação do agregado, faz-se uma varredura leve do material solto.
- Deve-se executar a segunda camada de modo idêntico à primeira.
- 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.

f) Controle

Controle de insumos

a) 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.

b) 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).

c) 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).

g) Controle de execução

a) 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.

b) Taxas de aplicação e de espalhamento

No caso de utilização de ligante asfáltico RR-2C:

- O controle da quantidade do ligante asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de massa (P1) 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 (P2) se obtém a taxa de aplicação do resíduo TR da seguinte forma: $TR = (P2 - P1) / A$
- 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 m^2) é de cinco. A frequência indicada para a execução dessas determinações é a mínima aceitável, devendo ser compatibilizada com o Plano de Amostragem Variável (Norma DNIT 147/2012-ES).

h) Verificação do produto

a) Acabamento da superfície

- 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.

b) Alinhamento

- 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 $\pm 5 \text{ cm}$.

i) Preservação Ambiental

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.

j) Critérios de medição

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

- A camada antireflexão de trincas executada com TSD deve ser medida em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais, transporte, equipamentos e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- no cálculo dos volumes devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico;
- não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- 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.

4 ANEXO A – CONTROLE DE CONFORMIDADE E NÃO-CONFORMIDADE

14,109	ENSAIOS TECNOLÓGICOS PARA CONTROLE DA PAVIMENTAÇÃO EXTERNA (PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA): ENSAIO DE MASSA ESPECÍFICA "IN SITU" - MÉTODO FRASCO DE AREIA, GRANULOMETRIA DO AGREGADO, TEOR DE UMIDADE, PERCENTAGEM DE BETUME, GRAU DE COMPACTAÇÃO DA MISTURA ASFÁLTICA, GRAU DE COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO E SUB BASE/BASE, EXTRAÇÃO DE CORPO DE PROVA DE CONCRETO ASFÁLTICO
--------	--

Todos os ensaios de controle e determinações relativos à execução e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem, devem cumprir as condições gerais e específicas desta Especificação Técnica, e estar de acordo com os seguintes critérios:

Quando especificado valor ou limite 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:

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

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).

Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se: $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado} = \text{Não conformidade}$

Se: $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo especificado} = \text{Conformidade}$

- 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” da execução e do produto.
- Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta Especificação Técnica.
- 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 Especificação Técnica; caso contrário deve ser rejeitado.

Tabela 8 - Aceitação dos serviços

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra (X)	$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$	<p>Onde:</p> <p>X_i = valor individual da amostra</p> <p>N = nº de determinações efetuadas</p> <p>K = coeficiente unilateral tabelado em função número de amostras</p> <p>K₁ = coeficiente bilateral tabelado em função número de determinações</p> <p>LSE = limite superior especificado</p> <p>LIE = limite inferior especificado</p>
2 - Desvio-padrão da amostra (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$	
Controle Unilateral		
3 - Controle pelo limite inferior	$X = \bar{X} - K_1 S \geq \text{LIE}$	
4 - Controle pelo limite superior	Ou $X = \bar{X} + K_1 S \leq \text{LSE}$	
Controle Bilateral		
5 - Controle pelo limite inferior e superior	$X = \bar{X} - KS \geq \text{LIE}$ e $X = \bar{X} + KS \leq \text{LSE}$	

Tabela 9 - Valores K Tolerância Unilateral e K1 Tolerância Bilateral

N	K	K1	N	K	K1	N	K	K1
4	0,95	1,34	10	0,77	1,12	25	0,67	1,00
5	0,89	1,27	12	0,75	1,09	30	0,66	0,99
6	0,85	1,22	14	0,73	1,07	40	0,64	0,97
7	0,82	1,19	16	0,71	1,05	50	0,63	0,96
8	0,80	1,16	18	0,70	1,04	100	0,60	0,92
9	0,78	1,14	20	0,69	1,03	∞	0,52	0,84

5 ANEXO B – CIMENTO ASFÁLTICO

Tabela 10 - Especificação do cimento asfáltico

Características	Unidade	Limites CAP				Métodos	
		30-45	50-70	85-100	150-200	ABNT	ASTM
Penetração (100g, 5s, 25 °C)	0,1 mm	30-45	50-70	85-100	150-200	NBR 6576	D 5
Ponto de amolecimento, mín.	°C	52	46	43	37	NBR 6560	D 36
Viscosidade <i>Saybolt-Furol</i>	s					NBR 14950	E 102
a 135 °C, mín.		192	141	110	80		
a 135 °C, mín.		90	50	43	36		
a 135 °C, mín.		40 - 150	30 - 150	15 - 60	15 - 60		
Viscosidade Brookfield	cP						D 4402
a 135 °C, SP 21 mín. 20 rpm		374	274	214	155		
a 150 °C, SP 21 mín.		203	112	97	81		
a 177 °C, SP 21 mín.		76 - 285	57 - 285	28 - 114	28 - 114		
Índice de susceptibilidade térmica ¹		(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)	(-1,5) a (+0,7)		
Ponto de fulgor, mín.	°C	235	235	235	235	NBR 11341	D 92
Solubilidade em tricloroeti-leno, mín.	% massa	99,5	99,5	99,5	99,5	NBR 14855	D 2042
Ductilidade a 25 °C, mín.	cm	60	60	100	100	NBR 6293	D 113
Efeito do calor e do ar (RTFOT) a 163 °C, 85 min							
-Variação em massa, max.	%	0,5	0,5	0,5	0,5	-	D 2872
-Ductilidade a 25 °C, min	cm	10	20	50	50	NBR 6293	D 113
-Aumento do ponto de amolecimento, max	°C	8	8	8	8	NBR 6560	D 36
-Penetração retida, mín.	%	60	55	55	50	NBR 6576	D 5

Índice de Susceptibilidade Térmica:

$$\frac{(500)(\log PEN) + (20)(T^{\circ}C) - 1951}{120 - (50)(\log PEN) + (T^{\circ}C)}$$

(T°C) = ponto de amolecimento;

PEN = penetração a 25 °C, 100 g, 5 seg.

A variação em massa (%) é definida como:

$$AM = \frac{M_{inicial} - M_{final}}{M_{final}} \times 100$$

PEN_{inicial} = massa antes do ensaio RTFOT;

PEN_{final} = massa após o ensaio RTFOT

A penetração retida é definida como:

$$PEN_{retida} = \frac{PEN_{final}}{PEN_{inicial}} \times 100$$

PEN_{inicial} = penetração antes do ensaio RTFOT;

PEN_{final} = penetração após o ensaio RTFOT



Responsável técnico pelo Projeto
M.Sc. Diego Felipe Capraro
Engenheiro Civil – CREA 142.746 D PR