

Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico reciclado a quente no local – Especificação de serviço

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-330
Tel/fax: (0xx21) 3371-5888**Autor:** Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR**Processo:** 50.607.014.423/2004-98**Origem:** Revisão da norma DNER-ES 319/97**Aprovação** pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de: 11 / 05 / 2005*Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.***Palavras-chave:**

concreto asfáltico, reciclagem, especificação

Nº total de páginas
13**Resumo**

Este documento define a sistemática a ser empregada na execução de camada do pavimento por meio da confecção de mistura asfáltica reciclada a quente no local utilizando cimento asfáltico, material de revestimento asfáltico removido de pavimento existente, agregados minerais e material de enchimento (filler) e agente de reciclagem. Estabelece os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e controle de qualidade dos materiais empregados, além de conformidade, não conformidade e medição dos serviços.

Abstract

This document provides the method of executing the pavement layer with hot bituminous remixing from a plant, making use of binder, asphaltic layer removed from preexistent pavements, mineral aggregates, and filler. It includes the requirements concerning materials, equipment, execution and quality control, as well as the criteria for acceptance, rejection, and measurement of the services.

Sumário

Prefácio.....	1
1 Objetivo	1
2 Referências normativas.....	2

3 Definição	3
4 Condições gerais	3
5 Condições específicas	4
6 Manejo ambiental	7
7 Inspeção.....	9
8 Critérios de medição	12
Índice Geral.....	13

Prefácio

A presente Norma foi preparada pela Diretoria de Planejamento e Pesquisa, objetivando estabelecer as condições exigíveis para a execução de camada de pavimento em mistura asfáltica reciclada a quente no local, por equipamento apropriado utilizando ligante asfáltico, material de revestimento removido de pavimento existente, agregados minerais, material de enchimento (filler) e agente de reciclagem. Está formatada de acordo com a norma DNIT 001/2002-PRO e cancela e substitui a norma DNER-ES 319/97.

1 Objetivo

Estabelecer os procedimentos a serem empregados no processo da reciclagem a quente no local, com equipamento apropriado, de materiais de revestimento dos pavimentos degradados, sua reutilização objetivando reconstituir as características mecânicas

originais ou melhorá-las, atendendo os alinhamentos, greide e seção transversal do projeto.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta Norma e contêm disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta Norma. As edições apresentadas são as que estavam em vigor na data desta publicação, recomendando-se que sempre sejam consideradas as edições mais recentes, se houver.

- a) AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. T 283-89: resistance of compacted bituminous mixture to moisture induced damage. In: _____. *Standard specifications for transportation materials and methods of sampling and testing*. Washington, D.C., 1986. v.2
- b) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 1754: effect of heat and air on asphaltic materials (Thin-Film Oven Test): test. In: _____. *1978 annual book of ASTM standards*. Philadelphia, Pa., 1978.
- c) _____.ASTM D 2872: effect of heat and air on a moving film of asphalt (Rolling Thin-Film Oven Test): test. In: _____. *1978 annual book of ASTM standards*. Philadelphia, Pa., 1978.
- d) _____. ASTM E 303: pavement surface frictional properties using the British Portable Tester – Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester: test for measuring. In: _____. *1978 annual book of ASTM standards*. Philadelphia, Pa., 1978.
- e) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5847: materiais asfálticos - determinação da viscosidade absoluta. Rio de Janeiro, 2001.
- f) _____. NBR 6560: materiais asfálticos – determinação de ponto de amolecimento – método do anel e bola. Rio de Janeiro, 2000.
- g) ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. AFNOR NF P-98-216-7: determination de la macrotexture - partie 7: determination de hauteur au sable. Paris, 1999.
- h) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER-ISA 07: impactos da fase de obras rodoviárias – causas/ mitigação/ eliminação. In: _____. *Corpo normativo ambiental para empreendimentos rodoviários*. Rio de Janeiro, 1996.
- i) _____. DNER-EM 204/95: cimentos asfálticos de petróleo: especificação de material. Rio de Janeiro: IPR, 1995.
- j) _____. DNER-EM 367/97: material de enchimento para misturas asfálticas: especificação de material. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- k) _____. DNER-ME 003/99: material asfáltico – determinação da penetração: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1999.
- l) _____. DNER-ME 004/94: material asfáltico – determinação da viscosidade “Saybolt-Furol” a alta temperatura: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- m) _____. DNER-ME 035/98: agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1998.
- n) _____. DNER-ME 043/95: misturas asfálticas a quente – ensaio Marshall: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1995.
- o) _____. DNER-ME 053/94: misturas asfálticas – percentagem de betume: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- p) _____. DNER-ME 054/97: equivalente de areia: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1997.

- q) _____. *DNER-ME 078/94: agregado graúdo – adesividade a ligante asfáltico: método de ensaio.* Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- r) _____. *DNER-ME 079/94: agregado – adesividade a ligante asfáltico: método de ensaio.* Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- s) _____. *DNER-ME 083/98: agregados – análise granulométrica: método de ensaio.* Rio de Janeiro: IPR, 1998.
- t) _____. *DNER-ME 086/94: agregados – determinação do índice de forma: método de ensaio.* Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- u) _____. *DNER-ME 089/94: agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio: método de ensaio.* Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- v) _____. *DNER-ME 138/94: misturas asfálticas – determinação da resistência à tração por compressão diametral: método de ensaio.* Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- w) _____. *DNER-ME 148/94: material asfáltico – determinação dos pontos de fulgor e combustão (vaso aberto Cleveland): método de ensaio.* Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- x) _____. *DNER-ME 401/99: agregados – determinação de índice de degradação de rochas após compactação Marshall com ligante ID_m e sem ligante ID_m.* método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 1999.
- y) _____. *DNER-PRO 164/94 – Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície do pavimento (Sistemas Integradores IPR/USP e Maysmeter);*
- z) _____. *DNER-PRO 182/94: medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e Maysmeter: procedimento.* Rio de Janeiro: IPR, 1994.
- aa) _____. *DNER-PRO 277/97: metodologia para controle estatístico de obras e serviços: procedimento:* Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- bb) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. *DNIT 011/2004-PRO: gestão da qualidade em obras rodoviárias: procedimento.* Rio de Janeiro: IPR, 2004.

3 Definição

Concreto asfáltico reciclado a quente no local - é a mistura realizada por equipamento apropriado, utilizando-se como agregado o material do revestimento asfáltico removido a frio ou a quente do pavimento existente, cimento asfáltico e agregados adicionais e, se necessário, material de enchimento (filer) e agente de reciclagem misturado, espalhado e comprimido à quente.

4 Condições gerais

O concreto asfáltico reciclado no local pode ser empregado como revestimento, base, regularização ou reforço do pavimento.

Não será permitida a execução dos serviços, objeto desta Especificação, em dias de chuva.

O concreto asfáltico reciclado a quente no local somente deve ser fabricado, e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10°C.

Todo o carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve apresentar por parte do fabricante/distribuidor certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento e transporte para o canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar de 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.

5 Condições específicas

5.1 Material

Os materiais constituintes de concreto asfáltico reciclado a quente no local são a mistura asfáltica a reciclar extraída a quente ou a frio, agregado mineral adicional, ligante asfáltico adicional, material de enchimento (filer) e agente de reciclagem quando necessário, os quais devem satisfazer estas Especificações, item 2 - Referências, e às especificações aprovadas pelo DNIT.

5.1.1 Ligante asfáltico adicional

O ligante asfáltico adicional poderá ser cimento asfáltico puro ou misturado com agente de reciclagem, satisfazendo às especificações do projeto.

5.1.2 Agente de reciclagem

Podem ser empregados hidrocarbonetos puros ou misturados com cimento asfáltico de petróleo capazes de regenerar o ligante da antiga mistura asfáltica à reciclar, restaurando suas características físicas e químicas iguais ou próximas do ligante original, ou de outro tipo de ligante definido no projeto, satisfazendo às Especificações para cimento asfáltico de petróleo do DNIT. A quantidade adicionada à mistura asfáltica a reciclar será definida no projeto.

5.1.3 Agregados

5.1.3.1 Agregado graúdo adicional

O agregado graúdo adicional pode ser pedra, seixo rolado britado ou outro material indicado nas Especificações complementares. O agregado graúdo deve ser constituído de fragmentos sãos, duráveis, livres de torrões de argila, e de substâncias nocivas, e apresentar as características seguintes:

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

Nota: Caso o agregado graúdo a ser usado apresente um índice de desgaste Los Angeles superior a 50%, pode ser usado o Método DNER-ME 401/99 – Agregado –

Determinação de degradação de rochas após compactação Marshall, com ligante ID_{ML}, e sem ligante ID_M, cujos valores tentativas de degradação para julgamento da qualidade de rochas destinadas ao uso no Concreto Asfáltico são: ID_{ML} = 5% e ID_M = 8%.

- b) índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086);
- c) durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 89);

5.1.3.2 Agregado miúdo adicional

O agregado miúdo adicional pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais devem ser resistentes, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar:

- equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054).

5.1.3.3 Mistura Asfáltica a reciclar

A mistura asfáltica a reciclar é obtida na remoção a quente ou frio da camada asfáltica do pavimento.

5.1.3.4 Material de enchimento (filer)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, tais como pó de pedra, cimento Portland, cal extinta, pós-calcários etc; e que atendam à especificação DNER 367/97.

5.1.3.5 Melhorador de adesividade

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

A determinação da adesividade é definida pelos seguintes ensaios:

- a) Métodos DNER-ME 078/94 e DNER 079/95, após submeter o ligante asfáltico contendo o dope no ensaio RTFOT (ASTM – D 2872); ou o ensaio ECA(ABNT-MB 425 – ASTM D – 1754);

- b) Método de ensaio para determinar a resistência de misturas asfálticas compactadas à degradação produzidos pela umidade (AASHTO 283/89). Neste caso a razão da resistência à tração por compressão diametral estática (CPs saturadas ÷ CPs secos) deve ser superior a 0,7 (DNER-ME 138/94).

Nota: CP = Corpo de Prova moldado pela DNER-ME 043

5.2 Composição da mistura reciclada

A composição do concreto asfáltico reciclado 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.

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%
Nº 4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
Nº 10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
Nº 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
Nº 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
Nº 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%

A faixa usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo é inferior a 2/3 da espessura da camada.

No projeto da curva granulométrica, para camada de revestimento, deve ser considerada a segurança do usuário, especificada no item 7.3 – Condições de Segurança.

As porcentagens de ligante referem-se à mistura de agregados, considerada como 100%. Para todas as faixas granulométricas, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total.

- c) devem ser observados os valores limites para as características especificadas no quadro a seguir:

Características	Método de ensaio	Camada de Rolamento	Camada de Ligação (Binder)
Porcentagem de vazios, %	DNER-ME 043	3 a 5	4 a 6
Relação betume/vazios	DNER-ME 043	75 - 82	65 - 72
Estabilidade, mínima, (Kgf) (75 golpes)	DNER-ME 043	500	500
Resistência à Tração por Compressão Diametral estática a 25°C, mínima, MPa	DNER-ME 138	0,65	0,65

- d) as Especificações Complementares podem fixar outra energia de compactação;
- e) as misturas devem atender às especificações da relação betume/vazios ou aos mínimos de vazios do agregado mineral, dados pela seguinte tabela:

VAM – Vazios do Agregado Mineral		
Tamanho Nominal Máximo do agregado		VAM Mínimo %
#	m m	%
1 ½"	38,1	13
1"	25,4	14
3/4"	19,1	15
1/2"	12,7	16
3/8"	9,5	18

5.3 Equipamento

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser examinado, devendo estarem aptos para realizar os trabalhos constantes desta Especificação. Os equipamentos requeridos são os seguintes:

- a) Equipamento para remoção do pavimento
- O pavimento asfáltico antes da reciclagem deve ser removido:
- Por escarificação ou fresagem do pavimento asfáltico previamente aquecido a temperatura suficiente e necessária para remoção, com o emprego de dispositivo que não provoque degradação ou oxidação do ligante residual;
 - Por fresagem mecânica a frio do pavimento.

A fresagem mecânica ou a escarificação do pavimento deve modificar o mínimo possível às características granulométricas da mistura asfáltica a reciclar.

O equipamento para remoção do pavimento deve ter dispositivo de regulagem de espessura da camada do pavimento que deve ser removida.

b) Usina móvel para reciclagem

A reciclagem da mistura asfáltica deve ser realizada no local com equipamento apropriado para esta finalidade em usina móvel tipo rolo-secador-misturador.

No equipamento para reciclagem (usina tipo rolo-secador-misturador autopropelida), o material removido do pavimento deve ser misturado com agregado mineral adicional, conforme projeto e concreto asfáltico removido a frio ou a quente, ligante asfáltico adicional e, se necessário, agente de reciclagem de acordo com o projeto. O equipamento deve estar acoplado com um dispositivo/equipamento para espalhamento e acabamento da mistura reciclada, sem irregularidades.

c) Depósito e transporte do ligante asfáltico para abastecimento da usina nova

Os depósitos para o ligante asfáltico devem possuir capacidade adequada e dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas fixadas nesta Especificação. Estes dispositivos também devem evitar qualquer superaquecimento localizado. Deve ser instalado um sistema de recirculação para o ligante asfáltico, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, do depósito aos caminhões tanque transportando ligante, durante todo o período de operação.

d) Silos para o agregado adicional

De acordo com o projeto pode haver necessidade de instalações de silos de agregados adicionais para armazenamento e distribuição em caminhões

transportadores para abastecimento da usina móvel.

e) Equipamento para compactação;

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

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

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

5.4 Execução

5.4.1 Pintura de ligação

Deverá ser realizada pintura de ligação (DNER-ES 307/97) antes da aplicação da mistura reciclada , quando no processo de reciclagem a superfície do pavimento não tenha sido previamente aquecida para sua remoção.

5.4.2 Temperatura do cimento asfáltico

A temperatura do ligante asfáltico, contendo ou não agente para reciclagem, deve ser determinada para cada tipo de ligante em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta viscosidade situada dentro da faixa de 75 segundos e 150 segundos "Saybolt-Furol", (DNER-ME 004) indicando-se, preferencialmente, a viscosidade de 75 segundos a 95 segundos "Saybolt-Furol". Entretanto a temperatura do ligante não deve ser inferior a 107 °C ou exceder a 177 °C.

5.4.3 Agregado adicional

O agregado mineral adicional, quando empregado no processo da reciclagem para reconstituir ou modificar a curva granulométrica definida no projeto, deve satisfazer as características para agregados constantes das especificações.

A quantidade de agregado adicional é definida no projeto.

5.4.4 Ligante asfáltico adicional

O ligante asfáltico adicional de reciclagem empregado deve apresentar características definidas no projeto.

5.4.5 Agente de reciclagem

O agente de reciclagem quando empregado no processo da reciclagem deve estar de acordo com as especificações estabelecidas no projeto.

A quantidade de agente de reciclagem deve ser definido no projeto.

5.4.6 Distribuição e compactação da mistura

A distribuição do concreto asfáltico reciclado deve ser feita por equipamentos adequados, conforme especificado no item 5.3.

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, consequentemente, 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.

5.4.7 Abertura ao trânsito

Os revestimentos recém acabados devem ser mantidos sem trânsito até o completo resfriamento..

6 Manejo ambiental

Para execução de concreto asfáltico reciclado a quente no local são necessários trabalhos envolvendo a utilização de asfalto e agregados, além da instalação de usina misturadora.

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

NOTA: Devem ser observadas as prescrições estabelecidas nos Programas Ambientais que integram o Projeto Básico Ambiental – PBA.

6.1 Agregados

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

- a) Caso utilizado areal comercial, a brita e a areia somente serão aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal, cuja cópia deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra.
- b) Não deve ser permitido a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.
- c) Planejar adequadamente a exploração da pedreira e do areal, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e facilitar a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias.

- d) Impedir queimadas como forma de desmatamento.
- e) Seguir as recomendações constantes da DNER-ES 279/97 para os caminhos de serviço.
- f) Construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso.

6.2 Ligantes asfálticos

- a) Instalar os depósitos em locais afastados de cursos d'água.
- b) Vedar o descarte do refugo de materiais usados na faixa de domínio áreas onde possam causar prejuízos ambientais.
- c) Recuperar a área afetada pelas operações de construção/execução, imediatamente após a remoção da usina e dos depósitos e à limpeza de canteiro de obras.

As operações em usinas asfálticas a quente englobam:

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

Os agentes e fontes poluidoras, compreendem:

Agentes e fontes poluidoras

AGENTE POLUIDOR	FONTES POLUIDORAS
I. Emissão de partículas	A principal fonte é o secador rotativo. Outras fontes são: peneiramento, transferência e manuseio de agregados, balança, pilhas de estocagem e tráfego de veículos e vias de acesso.
II. Emissão de gases	Combustão do óleo: óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e hidrocarbonetos. Misturador de asfalto: hidrocarbonetos. Aquecimento de cimento asfáltico: hidrocarbonetos. Tanques de estocagem de óleo combustível e de cimento asfáltico: hidrocarbonetos.
III. Emissões Fugitivas	As principais fontes são pilhas de estocagem ao ar livre, carregamento dos silos frios, vias de tráfego, área de peneiramento, pesagem e mistura.

NOTA: Emissões Fugitivas - São quaisquer lançamentos ao ambiente, sem passar primeiro por alguma chaminé ou duto projetados para corrigir ou controlar seu fluxo.

Em função destes agentes devem ser obedecidos os itens 6.3 e 6.4.

6.3 Quanto à instalação

- a) Definir no projeto executivo, áreas para as instalações industriais, de maneira tal que se consiga o mínimo de agressão ao meio ambiente.
- b) Atribuir à Executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação/operação, assim como manter o equipamento em condições de funcionamento dentro do prescrito nestas especificações.

6.4 Operação

- a) Instalar sistemas de controle de poluição do ar constituídos por ciclone e filtro de mangas ou de equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos nas legislações vigentes.
- b) Apresentar junto com o projeto para obtenção de licença, resultados de medições em chaminés que comprovem a capacidade do equipamento de controle proposto, para atender aos padrões estabelecidos pelo órgão ambiental.
- c) Dotar os silos de estocagem de agregado frio de proteção laterais e cobertura, para evitar dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.
- d) Enclausrar a correia transportadora de agregado frio.
- e) Adotar procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera.
- f) Manter pressão negativa no secador rotativo, enquanto a usina estiver em operação, para evitar emissões de partículas na entrada e saída do mesmo.
- g) Dotar o misturador, os silos de agregado quente e as peneiras classificatórias de exaustão conectados ao sistema de controle de poluição do ar, para evitar

- emissões de vapores e partículas para a atmosfera.
- h) Fechar os silos de estocagem de massa asfáltica.
 - i) Pavimentar e manter limpas as vias de acesso internas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de opacidade.
 - j) Dotar os silos de estocagem de filler de sistema próprio de filtragem a seco.
 - k) Adotar procedimentos operacionais que evitem a emissão de partículas provenientes dos sistemas de limpeza dos filtros de mangas e de reciclagem de pó retidos nas mangas.
 - l) Acionar os sistemas de controle de poluição do ar antes dos equipamentos de processo.
 - m) Manter em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle.
 - n) Dotar as chaminés de instalações adequadas para realização de medições.
 - o) Substituir o óleo combustível por outra fonte de energia menos poluidora (gás ou eletricidade) e o estabelecimento de barreiras vegetais no local, sempre que possível.

7 Inspeção

7.1 Controle dos insumos

Todos os materiais utilizados na fabricação de Concreto Asfáltico Reciclado a quente no local (Insumos) deverão ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT, e satisfazer às especificações em vigor.

7.1.1 Ligante 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.

7.1.2 Agregados

O controle da qualidade dos agregados consta do seguinte:

- a) Ensaios 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);
- b) Ensaios de rotina
 - 02 ensaios de granulometria do agregado adicional, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083);
 - 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo adicional, por jornada

- de 8 horas de trabalho (DNER-ME 054);
- 01 ensaio de granulometria do material de enchimento (fíler), por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083).

7.2 Controle de produção

O controle da produção (Execução) do Concreto Asfáltico Reciclado a Quente no local será exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória.

7.2.1 Controle da usinagem do concreto asfáltico

- a) Controle da quantidade de ligante na mistura
 - Devem ser efetuadas extrações de asfalto, de amostras da mistura coletada na usina móvel (DNER-ME 053). A porcentagem de ligante poderá variar, no máximo $\pm 0,3\%$.
- b) Controle da graduação da mistura de agregados
 - Será procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083) da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas no item anterior. A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias, especificadas no projeto.
- c) Controle de temperatura

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

 - do ligante, na usina móvel;
 - da mistura, no momento, da saída da usina móvel.

As temperaturas podem apresentar valores de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ das temperaturas especificadas.

- d) Controle das características da mistura produzida pela usina móvel

- Devem ser realizados ensaios Marshall com três corpos-de-prova da mistura por cada jornada de oito horas de trabalho (DNER-ME 043) e também o ensaio de tração por compressão diametral a 25°C (DNER-ME 138).
- Os valores de estabilidade da fluência e da resistência à tração por compressão diametral devem satisfazer ao especificado no item proposto. As amostras devem ser retiradas na saída do misturador.

7.2.2 Espalhamento e compressão na pista

Devem ser efetuadas medidas de temperatura durante o espalhamento da massa imediatamente, antes de iniciada a compressão. Estas temperaturas devem ser as indicadas para compressão, com uma tolerância de $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

O controle do grau de compressão - GC da mistura asfáltica deve ser feito, preferencialmente, medindo-se a densidade aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e comprimida na pista, por meio de brocas rotativas e comparando as mesmas com os resultados da densidade aparente de projeto da mistura. Podem ser empregados outros métodos para determinação da densidade aparente na pista, desde que indicada no projeto.

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 máxima do projeto.

As medidas do grau de compactação devem ser efetuadas a cada 700m^2 de pista.

7.3 Verificação do produto

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

- a) Espessura da camada
 - Deve ser medida a espessura por ocasião da extração dos corpos-de-

prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Admite-se a variação de $\pm 5\%$ em relação às espessuras de projeto.

b) Alinhamentos

- A verificação do eixo e bordos é feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. Pode também ser à trena. Os desvios verificados não devem exceder $\pm 5\text{cm}$.

c) Acabamento da superfície

- Durante a execução deve ser feito em cada estaca da locação o controle de acabamento da superfície do revestimento, como auxílio de duas réguas, uma de 3,00m e outra de 1,20m, 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 0,5cm, quando verificada com qualquer das réguas.
- O acabamento longitudinal da superfície deverá ser verificado por "aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta" devidamente calibrado (DNER-PRO 164 e DNER-PRO 182) ou outro dispositivo equivalente para esta finalidade. Neste caso o Quociente de Irregularidade - QI deverá apresentar valor inferior a 35 contagens/km (IRI = 2,7).

d) 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 - 1,20mm = HS = 0,60mm (NF P-98-216-7). Os ensaios de controle são realizados em

segmentos escolhidos de maneira aleatória, na forma definida pelo Plano da Qualidade.

7.4 Plano de Amostragem - Controle Tecnológico

O número e a freqüência 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 DE 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
"	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL
(continuação)

n	13	14	15	16	17	19	21
K	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
"	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01

n = n° de amostras,
 K = coeficiente multiplicador,
 \forall = risco do Executante

7.5 Condições de Conformidade e Não Conformidade

Todos os ensaios de controle e determinações relativos à produção e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado em 7.4, devem cumprir as Condições Gerais e Específicas desta Norma, e estar de acordo com os seguintes critérios:

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou
 $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto: Não Conformidade};$

$\bar{X} - ks = \text{valor mínimo especificado}$ ou
 $\bar{X} + ks = \text{valor máximo de projeto: Conformidade};$

Sendo:

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

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

Onde:

x_i – valores individuais

\bar{X} – média da amostra

s - desvio padrão da amostra.

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - número de determinações.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{x} - ks <$ valor mínimo especificado: Não Conformidade;

Se $\bar{x} - ks \geq$ valor mínimo especificado: Conformidade.

Os resultados do controle estatístico serão 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” da Produção e do Produto.

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

Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta Norma; caso contrário será rejeitado.

8 Critérios de medição

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

- a) O concreto asfáltico reciclado a quente no local, deve ser medido em toneladas de mistura efetivamente produzida e compactada na pista. Não serão motivos de medição: mão-de-obra, materiais (exceto cimento asfáltico), transporte da mistura da usina à pista e encargos quando estiverem incluídos na composição do preço unitário;
- b) A quantidade de cimento asfáltico aplicada é obtida pela média aritmética dos valores medidos na usina móvel, em toneladas;
- c) O transporte do cimento asfáltico efetivamente aplicado deve ser medido com base na distância entre a refinaria e o canteiro de serviço.
- d) 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.

Índice Geral

Abertura ao trânsito	5.4.7	7	Execução	5.4.....	6
Abstract	.....	1	Índice Geral	.....	13
Agente de reciclagem	5.1.2	4	Inspeção	7	9
Agente de reciclagem	5.4.5	7	Ligante asfáltico adicional	5.1.1	4
Agregado adicional	5.4.3	7	Ligante asfáltico adicional	5.4.4	7
Agregado graúdo adicional	5.1.3.1	4	Ligante asfáltico	7.1.1	9
Agregado miúdo adicional	5.1.3.2.....	4	Ligantes asfálticos	6.2.....	8
Agregados	5.1.3	4	Manejo ambiental	6.....	7
Agregados	6.1	7	Material de enchimento (filer)	5.1.3.4	4
Agregados	7.1.2	9	Material	5.1.....	4
Composição da mistura reciclada	5.2	5	Melhorador de adesividade	5.1.3.5	4
Condições de Conformidade e Não Conformidade	7.5	11	Mistura Asfáltica a reciclar	5.1.3.3	4
Condições específicas	5.....	4	Objetivo	1	1
Condições gerais	4.....	3	Operação	6.4.....	8
Controle da usinagem do concreto asfáltico	7.2.1	10	Pintura de ligação	5.4.1	6
Controle de produção	7.2	10	Plano de Amostragem - Controle Tecnológico	7.4.....	11
Controle dos insumos	7.1	9	Prefácio	.....	1
Critérios de medição	8.....	12	Quanto à instalação	6.3.....	8
Definição	3.....	3	Referências normativas	2.....	2
Distribuição e compactação da mistura	5.4.6	7	Resumo	.....	1
Equipamento	5.3	5	Sumário	.....	1
Espalhamento e compressão na pista	7.2.2	10	Temperatura do cimento asfáltico	5.4.2	6
			Verificação do produto	7.3.....	10