



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE  
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES  
DIRETORIA-GERAL  
DIRETORIA EXECUTIVA  
INSTITUTO DE PESQUISAS  
RODOVIÁRIAS  
Rodovia Presidente Dutra, km 163  
Centro Rodoviário – Vigário Geral  
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-000  
Tel/fax: (21) 3545-4600

Novembro/2010

NORMA DNIT 153/2010 - ES

## Pavimentação asfáltica – Pré- misturado a frio com emulsão catiônica convencional – Especificação de serviço

**Autor:** Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR

**Processo:** 50607.000138/2009-02

**Origem:** Revisão da Norma DNER - ES 317/97.

**Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de 17/11/2010**

*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:

Pavimentação, Pré-misturado, PMF

Nº total de  
páginas

11

### Resumo

Este documento define a sistemática empregada na fabricação e aplicação de pré-misturado asfáltico a frio, com emulsão asfáltica catiônica convencional, para a construção de camadas de pavimentos flexíveis.

São também apresentados os requisitos concernentes a materiais, equipamentos, execução, inclusive plano de amostragem e de ensaios, condicionantes ambientais, controle de qualidade, condições de conformidade e não-conformidade e os critérios de medição dos serviços.

### Abstract

This document presents procedures for cold asphalt premix using conventional cationic emulsion for pavement construction.

It includes the requirements concerning materials, equipments, including sampling plan, and essays, environmental management, quality control, conditions for conformity and non-conformity and also the criteria for the measurement of the performed services.

### Sumário

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

3 Definição.....	2
4 Condições gerais.....	3
5 Condições específicas.....	3
6 Condicionantes ambientais.....	6
7 Inspeções.....	6
8 Critérios de medição.....	9
Anexo A (Informativo) Bibliografia.....	10
Índice geral.....	11

### Prefácio

A presente Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DIREX, para servir como documento base, visando estabelecer a sistemática empregada nos serviços de preparação, execução de camadas e controle da qualidade de misturas asfálticas pré-misturadas a frio. Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009 – PRO, cancela e substitui a Norma DNER-ES 317/97.

### 1 Objetivo

Esta Norma tem por objetivo estabelecer os procedimentos a serem empregados na fabricação do pré-misturado a frio com emulsão catiônica convencional, destinados à execução das várias camadas do pavimento (revestimento, camada de ligação, etc.) e à

realização de procedimentos de restauração de pavimentos (reforço, tapa-buraco etc.), de acordo com os alinhamentos, greides e seções transversais de projeto.

## 2 Referências normativas

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

- a) DNER-EM 369: Emulsões asfálticas catiônicas – Especificação de material. Rio de Janeiro: IPR.
- b) DNER-ME 002: Emulsão asfáltica – Carga da partícula – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- c) DNER-ME 004: Material betuminoso – Determinação da viscosidade Saybolt-Furol a alta temperatura - Método da película delgada – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- d) DNER-ME 005: Emulsão asfáltica – Determinação da peneiração – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- e) DNER-ME 006: Emulsões asfálticas – Determinação da sedimentação – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- f) DNER-ME 035: Agregados - Determinação da abrasão “Los Angeles” – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- g) DNER-ME 053: Misturas betuminosas – Percentagem de betume – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- h) DNER-ME 054: Equivalente de areia – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- i) DNER-ME 059: Emulsões asfálticas – Determinação da resistência à água (adesividade) – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- j) DNER-ME 063: Emulsões asfálticas catiônicas – Determinação da desemulsibilidade – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- k) DNER-ME 083: Agregados - Análise granulométrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- l) DNER-ME 086: Agregado – Determinação do índice de forma – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- m) DNER-ME 089: Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- n) DNER-ME 107: Mistura betuminosa a frio, com emulsão asfáltica – Ensaio Marshall – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- o) DNER-PRO 164: Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidade de superfície de pavimento (Sistemas integradores IPR/USP e Maysmeter) - Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- p) DNER-PRO 182: Medição da irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e Maysmeter - Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- q) DNER-PRO 277: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços - Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- r) DNIT 001/2009-PRO: Elaboração e apresentação de normas do DNIT – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2009.
- s) DNIT 011-PRO: Gestão da qualidade em obras rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- t) DNIT 070-PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- u) NBR 6300 - Emulsões asfálticas – Determinação da resistência à água (adesividade) em agregados graúdos. Rio de Janeiro.
- v) NBR 6568 – Emulsões asfálticas – Resíduos de destilação. Rio de Janeiro.
- w) ASTM E 303 – Standart test - Method for measuring pavement surface frictional properties using the British Pendulum Portable Tester.

### 3 Definição

Para os efeitos desta Norma, é adotada a definição seguinte:

Pré-misturado a frio com emulsão asfáltica convencional, é a mistura executada à temperatura ambiente, em usina apropriada, composta de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e emulsão asfáltica, para espalhamento e compressão a frio.

### 4 Condições gerais

- a) O pré-misturado a frio pode ser empregado como revestimento, regularização, reforço ou restauração de pavimento.
- b) Não deve ser permitida a execução dos serviços objeto desta Norma em dias de chuva.
- c) Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve apresentar, por parte do fabricante/distribuidor, certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos nesta Norma, correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar de 10 dias. Deve trazer, também, indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra.
- d) 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.

### 5 Condições específicas

#### 5.1 Material

Os constituintes do pré-misturado a frio são o agregado mineral, material de enchimento e a emulsão asfáltica, os quais devem satisfazer ao prescrito nas normas do DNIT, conforme a seguir.

##### 5.1.1 Emulsão asfáltica

Podem ser empregadas, quando indicadas nos projetos, as seguintes emulsões asfálticas:

- a) Emulsão asfáltica catiônica de ruptura média, tipos: RM-1C e RM-2C (PMF aberto);

- b) Emulsão asfáltica catiônica de ruptura lenta, tipo: RL-1C (PMF denso);
- c) Devem atender às características da Norma DNER-EM 369/97.

##### 5.1.2 Agregado

###### a) Agregado graúdo

O agregado graúdo pode ser pedra ou seixo, britados, ou outro material indicado no projeto. Deve ser constituído por fragmentos sãos, duráveis, livres 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 emprego anterior terem apresentado desempenho satisfatório;
- Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086/94);
- Durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 89);
- Granulometria dos agregados (DNER-ME 083/98), obedecendo às faixas especificadas na Tabela 2 da alínea "a" da subseção 5.2;
- Adesividade superior a 90% (DNER-ME 059/94).

###### b) Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais devem ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054/97).

###### c) Material de enchimento (filler)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, não plásticos, tais como: cimento Portland, cal extinta, pó calcário, etc., e que atendam a seguinte granulometria, quando ensaiados pelo método DNER-ME 083/98:

**Tabela 1 – Granulometria do material de enchimento**

Peneiras nº.	mm	% mínima passando
40	0,42	100
80	0,175	95
200	0,075	65

Quando da aplicação, devem estar secos e isentos de grumos.

## 5.2 Composição da mistura

- a) A composição do pré-misturado a frio deve satisfazer aos requisitos, com as respectivas tolerâncias, no que diz respeito à granulometria e aos percentuais de ligante asfáltico, conforme a Tabela 2:

**Tabela 2 – Composição do PMF - Tolerâncias**

Peneiras		% mínima passando				Tolerâncias da faixa de projeto
Malha	mm	A	B	C	D	
1"	25,4	100	-	100	-	± 7%
3/4"	19,1	75-100	100	95-100	100	± 7%
1/2"	12,7	-	75-100	-	95-100	± 7%
3/8"	9,5	30-60	35-70	40-70	45-80	± 7%
Nº 4	4,8	10-35	15-40	20-40	25-45	± 5%
Nº 10	2,0	5-20	10-25	10-25	15-30	± 5%
Nº 200	0,075	0-5	0-5	0-8	0-8	± 2%
Teor de Betume Solúvel no CS <sub>2</sub> %		4-6	4-6	4-6	4-6	± 2%

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

- b) Na escolha da curva granulométrica, com as respectivas tolerâncias, para a camada de rolamento, deve ser considerada a segurança ao usuário especificada na subseção 7.3.4 - Condições de segurança.

- c) As porcentagens de asfalto referem-se à mistura de agregados, considerada como 100%. Para todos os tipos, a fração retida entre peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4% do total.
- d) Deve ser utilizado o Método Marshall modificado - DNER-ME 107/94, para as misturas a frio, para verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência, atendendo aos valores seguintes:

**Tabela 3 – Condições de Vazios/Estabilidade e Fluência**

Porcentagem de vazios	5 a 30
Estabilidade, mínima	250 kgf (75 golpes) 150 kgf (50 golpes)
Fluência, mm	2,0 - 4,5

A energia de compactação do ensaio deve ser fixada no projeto.

## 5.3 Equipamento

### 5.3.1 Depósito para emulsão asfáltica

Os depósitos de emulsão asfáltica devem ser completamente vedados, de modo a evitar o contato deste material com ar, água, poeira, etc. Os tanques devem dispor, ainda, de dispositivos que permitam a homogeneização, aquecimento ou resfriamento da emulsão, se necessário, assim como dotados de termômetros, com precisão de  $\pm 1^\circ\text{C}$ , para controle da temperatura. A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

### 5.3.2 Depósito para agregado

Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e devem 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, se necessário, um silo adequado para o filer conjugado com o dispositivo para sua dosagem.

### 5.3.3 Usina para pré-misturado

- a) A usina deve estar equipada com um misturador tipo Pug-Mill, com duplo eixo conjugado, provido de palhetas reversíveis, ou outro tipo de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme.
- b) Sobre a correia transportadora deve ser adaptado o dispositivo para umedecimento da mistura de agregados. Os silos devem dispor de comportas reguláveis e capacidade suficiente para que a alimentação da correia transportadora seja controlada e contínua.

### 5.3.4 Equipamento para espalhamento do pré-misturado

- a) O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamentos requeridos. As acabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar as misturas exatamente nas faixas especificadas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás. Preferencialmente, devem possuir dispositivos eletrônicos para controle de espessura.
- b) Quando não se dispuser de acabadora, deve ser utilizado um distribuidor automotriz do tipo utilizado para espalhamento de agregados.
- c) Quando não houver possibilidade de utilização dos equipamentos, ou quando o pré-misturado deve ser estocado em montes ao longo do trecho, recomenda-se a utilização de motoniveladoras. Este tipo de equipamento pode, também, ser utilizado nos casos onde o pré-misturado for empregado como camada de nivelamento e/ou regularização.

### 5.3.5. Equipamento de compressão

O equipamento de compressão deve ser constituído de rolo liso vibratório ou rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem. O rolo vibratório deve possuir amplitude e frequência de vibração compatíveis com o serviço a ser

executado. Os rolos compressores, tipo tandem, devem ter uma carga de 8t a 12t. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 0,25 MPa a 0,85 MPa (35 psi a 120 psi).

### 5.3.6 Caminhões para transporte da mistura

- a) Os caminhões tipo basculante para o transporte do pré-misturado 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 às chapas. Não deve ser permitida a utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante asfáltico, tais como óleo diesel, gasolina, etc.
- b) A tampa traseira da caçamba deve ser perfeitamente vedada, de modo a evitar derramamento de emulsão sobre a pista. Para isto, pode ser necessária a fixação de dispositivo para retenção, no interior da caçamba, e posterior remoção da água oriunda de molhagem do agregado e da ruptura da emulsão asfáltica.

## 5.4 Execução

Antes de iniciar a construção da camada de pré-misturado, a superfície subjacente deve estar limpa e pintada ou imprimada. Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação e a do revestimento, ou no caso de ter havido tráfego sobre a superfície imprimada ou, ainda, ter sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra, etc., deve ser feita uma pintura de ligação.

### 5.4.1. Produção do pré-misturado

A produção do pré-misturado deve ser efetuada em usinas indicadas na subseção 5.3.3, rigorosamente controlada, de modo a se obter uma mistura uniforme.

A viscosidade da emulsão asfáltica no início da mistura deve estar compreendida entre 75 SSF a 150 SSF (DNER-ME 004//94), indicando-se preferencialmente a viscosidade de 85 SSF a 95 SSF.

### 5.4.2 Transporte do pré-misturado

- a) O pré-misturado produzido deve ser transportado da usina ao ponto de aplicação

nos veículos basculantes especificados na subseção 5.3.6.

- b) Quando necessário, para que a mistura não sofra a ação de intempéries, cada carregamento deve ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura.
- c) Quando necessário, os caminhões devem permanecer em local apropriado para permitir a drenagem da água proveniente da ruptura da emulsão.

#### 5.4.3 Distribuição e compressão da mistura

- a) Os pré-misturados devem ser distribuídos somente quando a temperatura ambiente estiver acima de 10 °C e com tempo não chuvoso.
- b) A distribuição do pré-misturado deve ser feita por equipamentos conforme especificado na subseção 5.3.4.
- c) Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas devem ser sanadas pela adição manual de pré-misturado, sendo o espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos, seguido da adequada compressão.
- d) A compressão deve ser iniciada pelas bordas, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deve ser recoberta, na seguinte, de pelo menos a metade da largura rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem deve perdurar até atingir a compressão especificada.

O Executante pode optar ainda por outra técnica de compressão, desde que tenha havido uma experimentação inicial, fora do canteiro de serviço.

Durante a rolagem não devem ser permitidas mudanças de direção e inversões bruscas de marchas, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas devem ser

umedecidas adequadamente, de modo a evitar aderência da mistura.

#### 5.4.4 Abertura ao tráfego

A camada recém acabada pode ser aberta ao tráfego imediatamente após o término do serviço de compressão, desde que não se note deformação ou desagregação.

### 6 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, documentação esta que compreende o Projeto de Engenharia – PE, o Estudo Ambiental (EIA ou outro), os Programas Ambientais pertinentes do Plano Básico Ambiental – PBA e as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

### 7 Inspeções

#### 7.1 Controle dos insumos

Os materiais utilizados na execução do pré-misturado devem ser rotineiramente examinados, mediante a execução dos seguintes procedimentos:

##### 7.1.1 Ligante asfáltico

O controle de qualidade do ligante asfáltico deve constar do seguinte:

- a) Para todo carregamento que chegar à obra:
  - 01 ensaio de resíduo de destilação (ABNT NBR-6568:2005);
  - 01 ensaio de peneiramento (DNER-ME 005/94);
  - 01 ensaio de carga da partícula (DNER-ME 002/98).
- b) Periodicamente, para cada 100 t:
  - 01 ensaio de viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004/94) a diferentes temperaturas, para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura;

- 01 ensaio de sedimentação (DNER-ME 006/00);
- 01 ensaio de desemulsibilidade (DNER-ME 063/94).

### 7.1.2 Agregado

O controle de qualidade dos agregados deve constar do seguinte:

- 02 ensaios de granulometria do agregado, de cada silo, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 083/98);
- 01 ensaio de abrasão Los Angeles, por mês, ou quando houver variação da natureza do material (DNER-ME 035/98);
- 01 ensaio de durabilidade por mês, ou quando houver variação da natureza do material (DNER-ME 089);
- 01 ensaio de índice de forma para cada 900m<sup>3</sup> (DNER-ME 086/94);
- 01 ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 054/97);
- 01 ensaio de resistência a água (adesividade) (DNER-ME 059/94) por mês, ou quando houver variação da natureza do material.

## 7.2 Controle da execução

O controle da execução do pré-misturado a frio deve ser exercido através das determinações a seguir indicadas, feitas de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 7.4).

### 7.2.1 Controle da usinagem do pré-misturado a frio

- a) Controle da quantidade de ligante na mistura  
Devem ser efetuadas extrações de ligante em amostras coletadas na saída do misturador (DNER-ME 053/94). A porcentagem de ligante residual pode variar de  $\pm 0,3\%$  da fixada no projeto.
- b) Controle da graduação da mistura de agregados  
Deve ser procedido o ensaio de granulometria (DNER-ME 083/98) da mistura dos agregados resultantes das extrações citadas na alínea "a"

anterior. A curva granulométrica deve manter-se contínua, obedecendo às tolerâncias especificadas no projeto.

### c) Controle das características da mistura

- Devem ser realizados ensaios Marshall com três corpos-de-prova da mistura, por jornada de 8 horas de trabalho (DNER-ME 107/94).
- Os valores de estabilidade e da fluência devem satisfazer ao especificado na alínea "d" da subseção 5.2. As amostras devem ser retiradas na saída do misturador.

### 7.2.2 Espalhamento e compressão na pista

- a) O controle do grau de compressão (GC) da mistura asfáltica deve ser feito, preferencialmente, medindo-se a massa específica aparente de corpos-de-prova extraídos da mistura espalhada e comprimida na pista, por meio de sondas rotativas, comparadas com a massa específica do projeto.
- b) Podem ser empregados outros métodos para determinação da massa específica aparente na pista, desde que indicados no projeto.
- c) Devem ser realizadas determinações em locais escolhidos aleatoriamente durante a jornada de trabalho, não sendo permitidos GC inferiores a 95%.
- d) O controle do grau de compressão pode, também, ser feito medindo-se a massa específica aparente dos corpos-de-provas extraídos da pista comparados com a massa específica aparente de corpos-de-prova moldados no local, desde que obedecida a temperatura de compactação dos corpos-de-prova. As amostras para a moldagem destes corpos-de-prova devem ser colhidas bem próximo ao local onde devem ser realizados os furos e antes da sua compactação.

### 7.2.3 Frequência das determinações

Devem ser realizadas no mínimo cinco determinações por jornada de trabalho de 8 horas.

A frequência indicada para a execução dessas determinações é a mínima aceitável, devendo ser compatibilizada com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 7.4).

### 7.3 Verificação do produto

Os resultados de todos os ensaios devem atender às especificações, de acordo com a subseção 5.1, e às normas de materiais aplicáveis.

A verificação final da qualidade do pré-misturado a frio (Produto) deve ser exercida mediante as seguintes determinações, executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 7.4):

#### 7.3.1 Espessura da camada

Deve ser medida a espessura por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e das bordas, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Admite-se a variação de  $\pm 10\%$  em relação às espessuras de projeto.

#### 7.3.2 Alinhamentos

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

#### 7.3.3 Acabamento da superfície

- a) Durante a execução deve ser feito em cada estaca da locação o controle de acabamento da superfície da camada, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00 m e outra de 1,20 m, colocadas em ângulo reto, sendo uma delas paralela ao eixo da rodovia, respectivamente, nas diversas seções correspondentes às estacas de locação. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.
- b) O acabamento da superfície deve ser verificado por "aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta", devidamente calibrados (DNER-PRO 164/94 e DNER-PRO 182/94), ou outro dispositivo equivalente para esta finalidade. Neste caso, o Quociente de

Irregularidade - QI deve apresentar valor inferior a 35 contagens/km.

#### 7.3.4 Condições de segurança

- a) O revestimento acabado deve apresentar VRD - Valor de Resistência à Derrapagem superior a 55, medido com auxílio do Pêndulo Britânico SRT (Métodos ASTM E 303), ou outro similar.
- b) Pode, também, ser empregado outro processo para avaliação da resistência à derrapagem, quando indicado no projeto. Os ensaios de controle da execução devem ser realizados para cada 200 m de pista, em locais escolhidos de maneira aleatória.
- c) O projeto da mistura deve ser verificado através de trecho experimental, com extensão da ordem de 100 m.

### 7.4 Plano de amostragem – Controle tecnológico

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

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

### 7.5 Condições de conformidade e não-conformidade

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

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

- a) Condições de conformidade:

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

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

- b) Condições de não-conformidade:

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



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

Sendo:

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

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

Onde:

$x_i$  – valores individuais

$\bar{X}$  – média da amostra

s - desvio padrão da amostra

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações

n - número de determinações (tamanho da amostra).

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

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

Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

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

## 8 Critérios de medição

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

- a) O pré-misturado a frio deve ser medido em metros cúbicos, considerando o volume efetivamente executado. Não devem ser motivos de medição em separado: mão-de-obra, materiais (exceto ligante asfáltico), transporte do ligante dos tanques de estocagem até a pista, armazenamento e encargos, devendo os mesmos ser incluídos na composição do preço unitário;
- b) no cálculo dos volumes do pré-misturado a frio devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico;
- c) a quantidade de ligante asfáltico aplicada é obtida pela média aritmética dos valores medidos na pista, em toneladas;
- d) não devem ser considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto;
- e) o transporte do ligante asfáltico efetivamente aplicado deve ser medido com base na distância entre o fornecedor e o canteiro de serviço;
- e) nenhuma medição deve ser processada se a ela não estiver anexado um relatório de controle da qualidade, contendo os resultados dos ensaios e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.

\_\_\_\_\_/Anexo A

**Anexo A (Informativo)****Bibliografia**

- a) BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Manual de pavimentação*. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006. (IPR. Publ., 719).
- b) \_\_\_\_\_. *Manual de restauração de pavimentos asfálticos*. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. (IPR. Publ., 720).
- c) SANTANA, H. *Manual de pré-misturados a frio*. Rio de Janeiro: IBP, 1992.
- d) LCPG - método RG-2-1771 - determinação da rugosidade superficial pela altura da areia. Washington: LCPG, 1997.

---

**Índice geral**

## Índice geral

Abertura ao tráfego	5.4.4	6	Equipamento para espalhamento	
Abstract		1	do pré-misturado	5.3.4 5
Acabamento da superfície	7.3.3	8	Espalhamento e compressão	
Agregado	5.1.2, 7.1.2	3,7	na pista	7.2.2 7
Alinhamentos	7.3.2	8	Espessura da camada	7.3.1 8
Anexo A (Informativo) Bibliografia		10	Execução	5.4 5
Caminhões para transporte			Frequência das determinações	7.2.3 7
da mistura	5.3.6	5	Índice geral	11
Composição da mistura	5.2	4	Inspeções	7 6
Condicionantes ambientais	6	6	Ligante Asfáltico	7.1.1 6
Condições de conformidade			Condicionantes ambientais	6 6
e não-conformidade	7.5	8	Material	5.1 3
Condições de segurança	7.3.4	8	Objetivo	1 1
Condições específicas	5	3	Plano de amostragem –	
Condições gerais	4	3	Controle tecnológico	7.4 8
Controle da execução	7.2	7	Prefácio	1
Controle da usinagem do			Produção do pré-misturado	5.4.1 5
pré-misturado a frio	7.2.1	7	Referências normativas	2 2
Controle dos insumos	7.1	6	Resumo	1
Critérios de medição	8	9	Sumário	1
Definição	3	3	Tabela 1 – Granulometria	
Depósito para agregado	5.3.2	4	do material de enchimento	4
Depósito para emulsão			Tabela 2 – Composição do PMF –	
asfáltica	5.3.1	4	Tolerâncias	4
Distribuição e compressão			Tabela 3 – Condições de vazios /	
da mistura	5.4.3	6	Estabilidade e Fluências	4
Emulsão asfáltica	5.1.1	3	Transporte do pré-misturado	5.4.2 5
Equipamento	5.3	4	Usina para pré-misturado	5.3.3 5
Equipamento de compressão	5.3.5	5	Verificação do produto	7.3 8