



Novembro/2010

NORMA DNIT 149/2010 - ES

Pavimentação asfáltica – Macadame betuminoso com ligante asfáltico convencional por penetração – Especificação de serviço

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

Autor: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR
Processo: 50607.000138/2009-02

Origem: Revisão da Norma DNER - ES 311/97.

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, Macadame, Betuminoso

Nº total de páginas

10

Resumo

Este documento define a sistemática empregada na execução de base ou revestimento de pavimentos utilizando camadas de ligante asfáltico e de material pétreo do tipo macadame, por penetração.

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 bituminous macadam for pavement construction.

It includes the requirements concerning materials, equipment, the execution, includes also a sampling plan, and essays, environmental management, quality control, and the conditions for conformity and non-conformity and criteria for the measurement of the performed service.

Sumário

Prefácio	1
1 Objetivo.....	1
2 Referências normativas	2
3 Definição.....	2
4 Condições gerais.....	2

5 Condições específicas	3
6 Condicionantes ambientais	5
7 Inspeções.....	5
8 Critérios de medição	7
Anexo A (Normativo) Tabelas 1 e 2	8
Anexo B (Informativo) Bibliografia	9
Índice geral.....	10

Prefácio

A presente Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DIREX, para servir como documento base, visando estabelecer a sistemática empregada na execução e controle da qualidade do macadame betuminoso de penetração superior. Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009 – PRO, cancela e substitui a Norma DNER-ES 311/97.

1 Objetivo

Esta Norma tem por objetivo estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de base ou revestimento de pavimento do tipo macadame betuminoso de penetração superior, aplicado sobre uma superfície imprimada ou pintada, utilizando-se agregado do tipo macadame e ligante asfáltico, de acordo com os alinhamentos, greide 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 003: Material betuminoso – Determinação da penetração – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- d) DNER-ME 004: Material betuminoso – Determinação da viscosidade Saybolt-Furol a alta temperatura - Método da película delgada – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- e) DNER-ME 005: Emulsão asfáltica – Determinação da peneiração – 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 063: Emulsões asfálticas catiônicas – Determinação da desemulsibilidade – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- h) DNER-ME 078: Agregado graúdo – Adesividade a ligante betuminoso – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- i) DNER-ME 079: Agregado – Adesividade a ligante betuminoso - Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- j) DNER-ME 083: Agregados - Análise granulométrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- k) DNER-ME 086: Agregado – Determinação do índice de forma – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- l) 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.
- m) DNER-ME 148: Material betuminoso – Determinação dos pontos de fulgor e de combustão

(vaso aberto de Cleveland) – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

- n) DNER-PRO 277: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços - Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- o) DNIT 001/2009-PRO: Elaboração e apresentação de normas do DNIT – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2009.
- p) DNIT 011-PRO: Gestão da qualidade em obras rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- q) DNIT 070-PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento. Rio de Janeiro: IPR.
- r) DNIT 095-EM: Cimentos asfálticos de petróleo - Especificação de material. Rio de Janeiro: IPR.
- s) DNIT 131-ME: Materiais asfálticos – Determinação do ponto de amolecimento – Método do Anel e Bola - Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- t) NBR 5847 - Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade absoluta. Rio de Janeiro.
- u) NBR 6568 - Emulsões asfálticas – Determinação do resíduo de destilação. Rio de Janeiro.

3 Definição

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

Macadame betuminoso é uma camada de pavimento realizada por intermédio de duas aplicações alternadas de ligante asfáltico sobre agregados de tamanho e quantidades especificadas; é espalhada, nivelada e comprimida na pista.

4 Condições gerais

- a) O macadame betuminoso especificado nesta Norma pode ser empregado como base, reforço ou camada de revestimento com selagem, obedecendo às indicações próprias de projeto.
- b) Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve apresentar, por parte do fabricante/distribuidor, certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos nesta Norma, correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar 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.

- 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.

5 Condições específicas

5.1 Material

Os constituintes das camadas do macadame betuminoso são o ligante asfáltico e o agregado mineral, os quais devem satisfazer ao prescrito na Seção 2 e nas demais normas do DNIT, conforme a seguir:

5.1.1 Ligante asfáltico

Podem ser empregados os seguintes ligantes asfálticos, de acordo com indicação no projeto:

- a) Cimentos asfálticos CAP 85-100, CAP 150-200;
- b) Emulsões asfálticas, tipo RR-2C.

5.1.2 Melhoradores de adesividade

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

5.1.3 Agregado

Os agregados podem ser pedra, cascalho ou seixo rolado, britados. Devem ser constituídos de partículas limpas, duras, duráveis, isentas de pó e torrões de argila e apresentar as características seguintes:

- a) Desgaste à Abrasão Los Angeles igual ou inferior a 40% (DNER-ME 035/98), admitindo-se agregados com valores maiores, no caso de desempenho satisfatório em utilização anterior;
- b) Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086/94);
- c) Durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 089/94);
- d) Granulometria dos agregados (DNER-ME 083/98), obedecendo às faixas das Tabelas 1 e 2 do Anexo A (Normativo), com as respectivas tolerâncias e de acordo com o tipo de ligante asfáltico a ser usado.

5.1.4 Taxas de aplicação

- a) As quantidades ou taxas de aplicação de agregado e de ligante asfáltico devem ser fixadas no projeto e ajustadas no campo, por ocasião do início dos serviços, em trechos experimentais.
- b) Quando for empregado agregado poroso deve ser considerada a sua porosidade na fixação da taxa de aplicação do ligante asfáltico.
- c) Recomendam-se, de uma maneira geral, as taxas de espalhamento dos agregados convencionais e a taxa de aplicação dos ligantes asfálticos, indicados nas Tabelas 1 e 2 do Anexo A.

5.2 Equipamento

Todo equipamento, antes do início da execução do serviço, deve atender às recomendações desta Norma. Os equipamentos requeridos são os seguintes:

- a) Carros distribuidores de ligante asfáltico, providos de dispositivos de aquecimento, tacômetro, calibradores e termômetros com precisão de $\pm 1^\circ\text{C}$, em locais de fácil acesso, para verificação, 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 aplicação do ligante e permitam uma aplicação homogênea;
- b) Distribuidores de agregados rebocáveis ou automotrizes, possuindo dispositivos que permitam um espalhamento homogêneo da quantidade dos agregados fixada no projeto;
- c) Rolos compressores do tipo de três rodas, tandem, liso vibratório ou rolos pneumáticos, autopropulsores. Os rolos compressores dos tipos tandem ou de três rodas devem ter um peso total de até 10 toneladas. Os rolos pneumáticos autopropulsores devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 0,25 a 0,85 MPa (30 a 120 psi).

5.3 Execução

As operações para execução do macadame betuminoso são as discriminadas a seguir.

5.3.1 Macadame betuminoso executado com CAP

- a) Inicialmente, conforme for a sua utilização, proceder à varredura da pista imprimada ou pintada, para eliminar todo e qualquer material solto.
- b) O agregado especificado para a 1ª camada deve ser uniformemente espalhado na quantidade indicada no projeto. Quando necessário, para garantir cobertura uniforme, a distribuição pode ser complementada por processo manual adequado. Excesso de agregado deve ser removido antes da compressão.
- c) A compressão do agregado espalhado deve ser no sentido longitudinal, começando pelas bordas e progredindo para o eixo, nos trechos em tangente; nas curvas, a compressão deve progredir sempre da borda mais baixa para a borda mais alta. Cada passada deve ser recoberta, na vez subsequente de, pelo menos, a metade da largura da faixa anteriormente compactada. A compressão deve ser interrompida quando aparecerem sinais de esmagamento do agregado ou quando atingido o mínimo de passadas do equipamento, determinado em trechos experimentais.
- d) A primeira aplicação do ligante asfáltico deve ser realizada em seguida, de modo uniforme, pelo carro distribuidor, na quantidade e temperatura determinadas.
- e) O ligante asfáltico não deve ser aplicado em superfícies molhadas.
- f) A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser determinada para cada tipo de ligante. Esta determinação é feita em função da relação temperatura-viscosidade. Deve ser escolhida a que proporcionar a melhor viscosidade para o espalhamento. A faixa de viscosidade recomendada é de 20 a 60 segundos "Saybolt-Furoi" (DNER-ME 004/94);
- g) Nas juntas transversais deve ser empregada uma faixa de papel, para evitar a superposição de

banhos adjacentes. As áreas não alcançadas pelo ligante devem ser completadas com espalhamento manual.

- h) Imediatamente após a 1ª aplicação do ligante asfáltico dá-se início ao espalhamento e compressão da 2ª camada de agregado, de modo exatamente igual a 1ª camada (vide alíneas "b" e "c").
- i) O tráfego não deve ser permitido quando aplicado o ligante asfáltico ou agregado. Só deve ser liberado, provisoriamente, após terminada a compressão. Entretanto, em caso de necessidade de abertura do tráfego antes de completar a compressão deve ser feito controle, para que os veículos não ultrapassem a velocidade de 10 km/h. Decorridas 24 horas do término da compressão o trânsito ainda deve ser controlado, com velocidade máxima de 40 km/h. De cinco a dez dias após a abertura ao tráfego deve ser feita varredura dos agregados não fixados pelo ligante.

5.3.2 Macadame betuminoso executado com emulsão asfáltica

- a) Inicialmente, conforme for a sua utilização, deve-se proceder a uma varredura da pista imprimada ou pintada, para eliminar todo e qualquer material solto.
- b) O agregado especificado para a 1ª camada do macadame betuminoso com emulsão asfáltica deve ser uniformemente espalhado na quantidade indicada no projeto. Quando necessário, para garantir uma cobertura uniforme, a distribuição pode ser complementada por processo manual adequado. Excesso de agregado deve ser removido antes da compressão.
- c) A compressão do agregado espalhado deve ser no sentido longitudinal, começando pelas bordas e progredindo para o eixo, nos trechos em tangente e, nas curvas, a compressão deve progredir sempre da borda mais baixa para a borda mais alta. Cada passada deve ser recoberta, na vez subsequente de, pelo menos, a metade da largura da faixa anteriormente compactada. A compressão deve ser interrompida quando do aparecimento de sinais de esmagamento do agregado, ou quando tiver sido atingido o mínimo de passadas do equipamento, determinadas em trechos experimentais.

- d) A primeira aplicação de emulsão asfáltica deve ser feita em seguida, de modo uniforme com o carro distribuidor de ligante asfáltico, empregando-se aproximadamente a metade da quantidade de emulsão determinada no projeto. O restante da emulsão deve ser aplicado após o espalhamento e compressão da segunda camada do agregado.
- e) A temperatura para a aplicação da emulsão deve ser determinada para cada tipo de emulsão. Esta determinação é feita em função da relação viscosidade-temperatura, recomendando-se a faixa de 20-100 segundos "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004/94).
- f) Nas juntas transversais deve ser empregada uma faixa de papel, para evitar a superposição de banhos adjacentes. As áreas que não forem alcançadas pelo ligante devem ser completadas com espalhamento manual.
- g) Após o término da construção do macadame betuminoso, como base ou reforço, deve ser executado o revestimento indicado no projeto.

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 compreendendo 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 macadame betuminoso devem ser rotineiramente examinados mediante a execução dos seguintes procedimentos:

7.1.1 Ligante asfáltico

- a) Cimentos Asfálticos

Para todo carregamento que chegar à obra:

- 01 ensaio de penetração a 25 °C (DNER-ME 003/99);
- 01 ensaio de viscosidade a 135 °C "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004/94);
- 01 ensaio de espuma;
- 01 determinação do índice de susceptibilidade térmica, determinado pelos ensaios de penetração (DNER-ME 003/99) e de ponto de amolecimento (DNIT 131/2010-ME).

A cada 100 t:

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

b) Emulsões asfálticas

Para todo carregamento que chegar à obra:

- 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 (DNER-ME 63/94);
- 01 ensaio de carga da partícula (DNER – ME 002/98).

A cada 100 t:

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

7.1.2 Agregado

Realizar os seguintes ensaios:

- 01 ensaio de granulometria, para cada jornada de trabalho (DNER-ME 083/98);
- 01 ensaio de índice de forma, para cada 900 m³ (DNER-ME 086/94);
- 01 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);

- 01 ensaio de Abrasão Los Angeles (DNER-ME 035/98) quando houver dúvidas ou variações da origem e natureza do material.

7.1.3 Melhoradores de adesividade

Realizar os seguintes ensaios:

- 01 ensaio de adesividade, toda vez que o aditivo for incorporado ao ligante asfáltico (DNER-ME 078/94);
- 01 ensaio de adesividade, para todo o asfalto aditivado, antes de sua aplicação (DNER-ME 078/94).

7.2 Controle da execução

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

7.2.1 Temperatura

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

7.2.2 Taxas de aplicação e espalhamento

a) Ligante asfáltico

O controle da quantidade do ligante asfáltico aplicado deve ser feito mediante a colocação de bandejas, de peso e área conhecidos, na pista onde está sendo feita a aplicação (taxa de aplicação). Por intermédio de pesagens, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de material asfáltico aplicada. As tolerâncias admitidas na taxa de aplicação são as constantes da Tabelas 1 e 2 do Anexo A.

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

b) Agregados

O controle da quantidade de agregados espalhados longitudinal e transversalmente (taxa de espalhamento) deve ser feito aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas de peso e área conhecidos, 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. As tolerâncias admitidas na taxa de aplicação são as constantes das Tabelas 1 e 2 do Anexo A.

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

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

7.3 Verificação do produto

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

A verificação final da qualidade do macadame betuminoso (Produto) deve ser exercida mediante as seguintes determinações, executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável (vide subseção 7.4).

7.3.1 Acabamento da superfície

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

7.3.2 Alinhamentos

A verificação do eixo e das bordas, nas diversas seções correspondentes às estacas de locação, deve ser feita à trena. Os desvios verificados não devem exceder ± 5 cm.

7.3.3 Espessuras

As espessuras do eixo e bordas da camada executada devem ser verificadas mediante nivelamento geométrico da locação. Os desvios verificados não devem exceder a $\pm 10\%$ da espessura do projeto.

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 estarem de acordo com os seguintes critérios:

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

a) Condições de conformidade:

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

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

b) Condições de não-conformidade:

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

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

Sendo:

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

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

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 macadame betuminoso 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 serem incluídos na composição do preço unitário;
- b) no cálculo dos volumes do macadame betuminoso, obedecidas as tolerâncias especificadas, devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico;
- c) a quantidade de ligante asfáltico aplicada deve ser 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;
- f) 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 (Normativo)

Tabela 1 – Faixas granulométricas de agregados para utilização de CAP

Peneiras de malhas quadradas		Faixas granulométricas, % passando								Tolerância da faixa de projeto
		A		B		C		D		
pol	mm	Camadas		Camadas		Camadas		Camadas		%
		1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	
3"	76,2	100		100						± 7
2 ½"	63,5	90-100		90-100		100				± 7
2"	50,8	35-70		35-70		95-100		100		± 7
1 ½"	38,1	0-15		0-15		35-70		95-100		± 7
1"	25,4	-	100	-	100	0-15	100	20-55		± 7
¾"	19,1	0-5	90-100	-	90-100	-	90-100	0-15	100	± 7
½"	12,7	-	-	-	-	0-5	-	-	0-100	± 7
3/8"	9,5	-	20,55	-	20,55	-	20-55	0-5	40-75	± 7
Nº 4	4,8	-	0-10	-	0-10	-	0-10	-	5-25	± 5
Nº 10	2,0	-	0-5	-	0-5	-	0-5	-	0-10	± 5
Nº 40	0,42	-	-	-	-	-	-	-	0-5	± 5
Espessura (cm)		9,0-10,0		6,5-7,5		5,0-6,5		4,0-5,0		-
Aplicação de ligante		7,9-10,0		5,6-7,9		4,5-6,8		3,4-5,4		± 0,3
Aplicação de agregado (kg/m ²)		1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	-
		190-217	19-27	136-163	14-22	109-136	11-19	81-109	8-14	

Tabela 2 – Faixas granulométricas de agregados para utilização de emulsão asfáltica

Peneiras de malhas quadradas		Faixas granulométricas, % passando										Tolerância da faixa de projeto
		A		B		C		D		E		
pol	mm	Camadas		Camadas		Camadas		Camadas		Camadas		%
		1ª	2ª (*)	1ª	2ª (*)	1ª	2ª (*)	1ª	2ª (*)	1ª	2ª (*)	
3"	76,2	100										± 7
2 ½"	63,5	75-95		100								± 7
2"	50,8	60-80		70-90		100						± 7
1 ½"	38,1	40-65		50-70		65-85		100				± 7
1"	25,4	20-40		25-45		35-55		55-75		100		± 7
¾"	19,1	10-30	100	15-35	100	15-35	100	35-55	100	60-80	100	± 7
½"	12,7	0-15	95-100	0-15	95-100	0-15	95-100	10-30	95-100	20-40	95-100	± 7
3/8"	9,5	-	40-75	-	40-75	-	40-75	0-15	40-75	-	40-75	± 7
Nº 4	4,8	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10	0-5	0-10	0-10	0-10	± 5
Nº 10	2,0	-	0-5	-	0-5	-	0-5	-	0-5	-	0-5	± 5
Nº 40	0,42	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	-	± 5
Espessura (cm)		10,0		9,0		7,5		6,5		5,0		-
Agregado (kg/m ²)		195	16	171	16	146	16	123	16	98	16	
Emulsão (l/m ²)		6,8-8,1	5,4-6,8	4,5-6,8	5,4-6,8	4,5-5,4	5,4-6,8	4,1-5,0	3,2-4,5	3,2-4,1	3,6-4,5	
Total de Emulsão (l/m ²)		12,2-14,9		9,9-13,2		9,9-12,2		7,3-9,5		6,8-8,6		-

(*) Faixa F

Nota: A emulsão asfáltica refere-se a 65% de asfalto residual. Para teores diferentes de 65%, deve ser feita a necessária correção.

Anexo B (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).

_____ /Índice geral

Índice geral

Abstract		1	Inspeções	7	5
Acabamento da superfície	7.3.1	6	Ligante asfáltico	5.1.1, 7.1.1	3, 5
Agregado	5.1.3, 7.1.2	3, 5	Macadame betuminoso		
Alinhamentos	7.3.2	6	executado com CAP	5.3.1	4
Anexo A (Normativo)			Macadame betuminoso		
Tabelas 1 e 2		8	executado com emulsão		
Anexo B (Informativo)			asfáltica	5.3.2	4
Bibliografia		9	Material	5.1	3
Condicionantes ambientais	6	5	Melhoradores de adesividade	5.1.2, 7.1.3	3, 6
Condições de conformidade			Objetivo	1	1
e não-conformidade	7.5	7	Plano de Amostragem –		
Condições específicas	5	3	Controle tecnológico	7.4	6
Condições gerais	4	2	Prefácio		1
Controle da execução	7.2	6	Referências normativas	2	2
Controle dos insumos	7.1	5	Resumo		1
Critérios de medição	8	7	Sumário		1
Definição	3	2	Taxas de aplicação e		
Equipamento	5.2	3	espalhamento	7.2.2	6
Espessuras	7.3.3	6	Taxas de aplicação	5.1.4	3
Execução	5.3	4	Temperatura	7.2.1	6
Índice geral		10	Verificação do produto	7.3	6
