



MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO - IPR
DIVISÃO DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA
Rodovia Presidente Dutra km 163 - Centro Rodoviário, Parada de Lucas
Rio de Janeiro, RJ - CEP 21240-330
Norma rodoviária
Especificação de Serviço
DNER-ES 311/97
p. 01/12

Pavimentação - macadame betuminoso por penetração

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução da base ou revestimento do pavimento utilizando camadas de ligante betuminoso e de material pétreo do tipo macadame por penetração superior. Neste documento encontram-se definidos os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e inspeção dos materiais empregados e da execução, além dos critérios para aceitação e rejeição dos serviços de medição.

ABSTRACT

This document presents procedures for bituminous macadam for pavement construction. It presents requirements concerning materials, equipment, execution, ambiental preserving, quality control and the criteria for acceptance and rejection of the services.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências

- 3 Definição
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Inspeção
- 8 Critérios de medição

0 PREFÁCIO

Esta Norma estabelece os procedimentos a serem empregados na execução e no controle da qualidade do serviço em epígrafe.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de bases ou revestimentos de pavimentação do tipo macadame betuminoso, aplicados sobre uma superfície imprimada ou pintada, utilizando-se agregados mineral e ligante betuminoso, de acordo com os alinhamentos, greide e seções transversais de projeto.

Macrodescriptores MT : pavimentação, agregado, material betuminoso

Microdescriptores DNER : macadame betuminoso, agregado, pavimentação

Palavras-chave IRRD/IPR : macadame betuminoso (4921), material betuminoso (4955), pavimento flexível (2944)

Descriptores SINORTEC : betumes, agregados, pavimentos flexíveis

Aprovado pelo Conselho Administrativo em: 05/03/97, Resolução nº 16/97, Sessão nº CA/ 08/97

Autor: DNER/ DrDTc (IPR)

Substitui a DNER-ES-P 20/71

Processo nº 5110000912/97-63

Revisão e Adaptação à DNER-PRO 101/97,
Aprovada pela DrDTc em 06/11/97

2 REFERÊNCIAS

Para entendimento desta Norma deverão ser consultados os documentos seguintes:

- a) DNER-EM 204/95 - Cimentos asfálticos de petróleo;
- b) DNER-EM 364/97 - Alcatrões para pavimentação;
- c) DNER-EM 369/97 - Emulsões asfálticas catiônicas;
- d) DNER-ME 002/94 - Emulsão asfáltica - carga da partícula;
- e) DNER-ME 003/94 - Materiais betuminosos - determinação da penetração;
- f) DNER-ME 004/94 - Materiais betuminosos - determinação da viscosidade “**Saybolt-Furol**” a alta temperatura;
- g) DNER-ME 005/94 - Emulsão asfáltica - determinação da peneiração;
- h) DNER-ME 035/94 - Agregados - determinação da abrasão “**Los Angeles**”;
- i) DNER-ME 053/94 - Misturas betuminosas - percentagem de betume;
- j) DNER-ME 063/94 - Emulsões asfálticas catiônicas - determinação da desemulsibilidade;
- l) DNER-ME 078/94 - Agregado graúdo - adesividade a ligante betuminoso;
- m) DNER-ME 079/94 - Agregado - adesividade a ligante betuminoso;
- n) DNER-ME 083/94 - Agregados - análise granulométrica;
- o) DNER-ME 086/94 - Agregado - determinação do índice de forma;
- p) DNER-ME 089/94 - Agregados - avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- q) DNER-ME 148/94 - Material betuminoso - determinação dos pontos de fulgor e combustão (vaso aberto de **Cleveland**);
- r) DNER-ISA 07 - Instrução de Serviço Ambiental;
- s) ABNT NBR-5847 - Determinação da viscosidade absoluta;
- t) ABNT NBR-6560 - Materiais betuminosos - determinação de ponto de amolecimento;
- u) ABNT NBR-6568 - Emulsões asfálticas - ensaio de resíduo por evaporação;
- v) ASTM-D 20-77 - Alcatrão para pavimentação - ensaio de destilação;
- w) ASTM-D 139-77 - Alcatrão de pavimentação - ensaio de flutuação;
- x) ASTM-D 1665-73 - Alcatrão para pavimentação - viscosidade específica “**Engler**”;
- y) DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviço.

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 betuminoso sobre agregados de tamanho e quantidades especificadas; é espalhada, nivelada e comprimida na pista.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 O macadame betuminoso especificado nesta Norma, poderá ser empregado como base, reforço ou camada de revestimento, com selagem, obedecendo a indicações próprias de projeto, respectivamente.

4.2 Não será permitida a execução dos serviços, objeto desta Norma, nos dias de chuva.

4.3 O ligante betuminoso somente deverá ser aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10°C.

4.4 Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deverá apresentar certificado de análise além de trazer indicação clara de procedência, tipo e quantidade do conteúdo, e distância de transporte entre a refinaria ou fábrica e o canteiro de serviço.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Material

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

5.1.1 Ligante betuminoso

Podem ser empregados os seguintes ligante betuminosos:

- a) cimentos asfálticos CAP 30-45, CAP 50-60, CAP 85-100, CAP 150-200 (classificação por penetração) ou CAP-7, CAP-20 e CAP-40 (classificação por viscosidade);
- b) alcatrões, tipo AP-11 e AP-12;
- c) emulsões asfálticas, tipos RR-1C e RR-2C;
- d) podem ser usados ligantes betuminosos modificados, quando indicados no projeto.

5.1.2 Melhoradores de adesividade

Não havendo boa adesividade entre o agregado e o ligante betuminoso (asfalto) deverá 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 consistir de partículas limpas, duras, duráveis, isentas de cobertura e torrões de argila e apresentar as características seguintes:

- a) desgaste Los Angeles igual ou inferior a 40% (DNER-ME 035), 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);
- c) durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 089);
- d) granulometria dos agregados (DNER-ME 083), obedecendo às faixas dos quadros seguintes com as respectivas tolerâncias e de acordo com o tipo de ligante betuminoso a ser usado, isto é, ligante betuminoso (asfalto ou alcatrão) ou emulsão asfáltica:

Quadro 1 - Faixas granulométricas e uso de ligante (asfalto-alcatrão)

Peneiras de malhas quadradas		Faixas granulométricas, % em peso passando								Tolerância da faixa de projeto
		A		B		C		D		
pol.	mm	camadas		camadas		camadas		camadas		
		1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	
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-	-	90-100	0-15	100	± 7
½"	12,7	-	-	-	100	0-5	-	-	90-100	± 7
Nº 4	4,8	-	20-55	-	-	-	20-55	0-5	40-75	± 7
Nº 10	2,0	-	0-10	-	20-55	-	0-10	-	5-25	± 7
Nº 40	0,42	-	0-5	-	0-10	-	0-5	-	0-10	± 5
		-	-	-	0-5	-	-	-	0-5	± 5
					-					± 5
Espessura, cm		9,0 - 10,0		6,5 - 7,5		5,0 - 6,5		4,0 - 5,0		-
Aplicação de ligante, k/m ²		7,9 - 10,0		5,6 - 7,9		4,5 - 6,8		3,4 - 5,4		±0,3
		1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a	-
Aplicação de agregado, k/m ²		190-217	19-27	136-163	14-22	109-136	11-19	81-109	8-14	-

Quadro 2 - Faixas granulométricas e uso de ligante (emulsão)

Peneiras de malhas quadradas	Faixas granulométricas, % em peso passando						Tolerância da faixa de projeto
	1ª Camada					2ª Camada	
pol.	A	B	C	D	E	F	%
3"	100						± 7
2 1/2"	75-95	100					± 7
2"	60-80	70-90	100				± 7
1 2/2"	40-65	50-70	65-85	100			± 7
1"	20-40	25-45	35-55	55-75	100		± 7
3/4"	10-30	15-35	15-35	35-55	60-80	100	± 7
1/2"	0-15	0-15	0-15	10-30	20-40	90-100	± 7
3/8"	-	-	-	0-15	-	40-75	± 5
Nº 4	0-5	0-5	0-5	0-5	0-10	0-10	± 5
Nº 10	-	-	-	-	-	0-5	± 5
Nº 40	-	-	-	-	0-5	-	± 5
Espessura, cm	10	9	7,5	6,5	5	-	-
Agregado, kg/m ²							
1ª Camada	195	171	146	123	98	-	
2ª Camada	-	-	-	-	-	16	
Emulsão, l/m ²							
1ª Aplicação	6,8 - 8,1	4,5 - 6,8	4,5 - 5,4	4,1 - 5,0	3,2 - 4,1	-	-
2ª Aplicação	5,4 - 6,8	5,4 - 6,8	5,4 - 6,8	3,2 - 4,5	3,6 - 4,5	-	-
Total de Emulsão	12,2 - 14,9	9,9 - 13,2	9,9 - 12,2	7,3 - 9,5	6,8 - 8,6	-	-

Nota 1: A 2ª camada é aplicada em todas as faixas de A a F.

Nota 2: A emulsão asfáltica refere-se a 65% de asfalto residual. Para teores diferentes a 65%, deve ser feita a necessária correção.

5.1.3.1 A faixa granulométrica empregada deve ser aquela cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada do macadame betuminoso.

5.1.4 Quantidades

5.1.4.1 As quantidades ou taxas de aplicação de agregado e de ligante betuminoso serão fixadas no projeto e ajustadas no campo, por ocasião do início dos serviços em trechos experimentais.

5.1.4.2 Quando for empregado agregado poroso deverá ser considerada a sua porosidade na fixação da taxa de aplicação do ligante betuminoso.

5.1.4.3 Recomenda-se, de uma maneira geral, as taxas de aplicação de agregados convencionais e de ligantes betuminosos, indicados nos quadros 1 e 2.

5.2 Equipamento

Todo equipamento, antes do início da execução do serviço, deverá atender as recomendações desta Especificação. Os equipamentos requeridos são os seguintes:

- a) carros distribuidores de ligante betuminoso, 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, ainda, de 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 uma distribuição homogênea 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 uma carga de 10 toneladas. Os rolos pneumáticos, autopropulsores deverão ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 0,25 a 0,85 MPa (30 a 120 psi).

5.3 Execução

5.3.1 Ligante betuminoso (asfalto ou alcatrão)

5.3.1.1 Inicialmente, proceder varredura da pista imprimada ou pintada para eliminar todo qualquer material solto.

5.3.1.2 O agregado especificado para a 1ª camada, seja para aplicação de asfalto ou alcatrão, deve ser uniformemente espalhado na quantidade indicada no projeto. Quando necessário, para garantir cobertura uniforme, a distribuição poderá ser complementada por processo manual adequado. Excesso de agregado deve ser removido antes da compressão.

5.3.1.3 A compressão do agregado espalhado será no sentido longitudinal, começando pelos bordos e progredindo para o eixo, nos trechos em tangente e nas curvas, a compressão progredirá sempre do bordo mais baixo para o bordo mais alto. Cada passada será recoberta, na vez subsequente de, pelo menos, a metade da largura da área 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.

5.3.1.4 A primeira aplicação do ligante betuminoso deverá ser feita em seguida, de modo uniforme, pelo carro distribuidor, na quantidade e temperatura determinadas.

5.3.1.5 O ligante betuminoso (asfalto ou alcatrão) não deve ser aplicado em superfícies molhadas.

5.3.1.6 A temperatura de aplicação do ligante betuminoso deverá ser determinada para cada tipo de ligante. Esta determinação é feita em função da relação temperatura-viscosidade. Será escolhida a que proporcionar a melhor viscosidade para o espalhamento. As faixas de viscosidade recomendadas são as seguintes:

- a) cimento asfáltico, 20 a 60 segundos, “**Saybolt-Furol**” (DNER-ME 004);

b) alcatrão, 6 a 20 graus, “Engler” (ASTM-D 1665).

5.3.1.7 Nas juntas transversais deverá ser empregada uma faixa de papel, para evitar a superposição de banhos adjacentes. As áreas não alcançadas pelo ligante deverão ser completadas com espalhamento manual.

5.3.1.8 Imediatamente após a 1ª aplicação do ligante betuminoso dá-se início ao espalhamento e compressão da 2ª camada de agregado de modo exatamente igual a 1ª camada (vide itens 5.3.1.2 e 5.3.1.3).

5.3.1.9 O tráfego não será permitido quando aplicado o ligante betuminoso ou agregado. Só será liberado provisoriamente após terminada a compressão. Entretanto, em caso de necessidade de abertura do tráfego antes de completar a compressão deverá ser feito controle para que os veículos não ultrapassem a velocidade de 10km/hora. Decorridas 24 horas do término da compressão o trânsito ainda deve ser controlado, com velocidade máxima de 40km/hora. De cinco a dez dias, após a abertura ao tráfego será feita varredura dos agregados não fixados pelo ligante, estando a base pronta para receber o revestimento especificado pelo projeto.

5.3.2 Emulsão asfáltica

5.3.2.1 Inicialmente, deve-se proceder a uma varredura da pista imprimada ou pintada para eliminar todo e qualquer material solto.

5.3.2.2 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 poderá ser complementada por processo manual adequado. Excesso de agregado deve ser removido antes da compressão.

5.3.2.3 A compressão do agregado espalhado será no sentido longitudinal, começando pelos bordos e progredindo para o eixo, nos trechos em tangente e, nas curvas, a compressão progredirá sempre do bordo mais baixo para o bordo mais alto. Cada passada será recoberta, na vez subsequente de, pelo menos, a metade da largura da área 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 determinado em trechos experimentais.

5.3.2.4 A primeira aplicação de emulsão asfáltica deverá ser feita em seguida, de modo uniforme com o carro distribuidor de ligante, empregando-se aproximadamente a metade da quantidade de emulsão determinada no projeto. O restante da emulsão deverá ser aplicado após o espalhamento e compressão da segunda camada do agregado.

5.3.2.5 A temperatura para a aplicação da emulsão deverá ser determinada para cada tipo de emulsão. Esta determinação é feita em função da relação viscosidade-temperatura, recomendando-se a faixa de 20-100 SSF.

5.3.2.6 Nas juntas transversais deverá ser empregada uma faixa de papel, para evitar a superposição de banhos adjacentes. As áreas que não forem alcançadas pelo ligante deverão ser completadas com espalhamento manual.

5.4 Após o término da construção da base de macadame betuminoso será executado o revestimento indicado no projeto.

6 MANEJO AMBIENTAL

Os cuidados com a preservação do meio ambiente, nos serviços de execução de base ou revestimentos de macadame por penetração superior, envolvem a obtenção e aplicação de agregado pétreo e o estoque e aplicação de ligante betuminoso.

6.1 Agregado

Quando for obtido mediante exploração de ocorrência indicada no projeto, considerar os aspectos seguintes:

6.1.1 Autorizar a aceitação do agregado somente após aprovação da licença ambiental para a exploração da pedreira.

6.1.2 Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental.

6.1.3 Planejar adequadamente a exploração da pedreira para minimizar os danos inevitáveis e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos.

6.1.4 Não provocar queimadas como forma de desmatamento.

6.1.5 Construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para a retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem de brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

6.1.6 Quanto ao agregado pétreo fornecido por terceiros, exigir documentação atestando regularidade das instalações, bem como, sua operação junto ao órgão ambiental competente.

6.2 Ligante betuminoso

6.2.1 Instalar depósitos em locais afastados dos cursos d'água.

6.2.2 Vedar o lançamento de refugo de materiais usados na faixa de domínio e áreas lindeiras onde possam causar prejuízos ambientais.

6.2.3 Ao desmobilizar o canteiro proceder à remoção de tanques, limpeza e recuperação da área afetada pela operação de construção/execução.

7 INSPEÇÃO

7.1 Controle de material

7.1.1 Ligante betuminoso

Todo carregamento de ligante betuminoso deverá ser submetido aos seguintes tipos de ensaios:

7.1.1.2 Cimentos asfálticos

a) para todo carregamento que chegar à obra:

- 01 ensaio de viscosidade absoluta a 60 °C (ABNT NBR-5847) quando o asfalto for classificado por viscosidade ou 01 ensaio de penetração a 25 °C quando o asfalto for classificado por penetração;
- 01 ensaio de viscosidade “**Saybolt-Furol**” a 135 °C (DNER-ME 004);
- 01 ensaio de ponto de fulgor (DNER-ME 148);
- 01 ensaio de espuma;
- 01 índice susceptibilidade térmica determinado pelo ensaio de penetração (DNER-EM 003), ensaio de ponto de amolecimento (ABNT NBR-6568).

b) para cada 100 t:

- 01 ensaio de viscosidade “**Saybolt-Furol**” (DNER-ME 004) para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura.

7.1.1.3 Alcatrões

a) para todo carregamento que chegar à obra:

- 01 ensaio de flutuação (ASTM-D 139);
- 01 ensaio de viscosidade “**Engler**” (ASTM-D 1665) para o estabelecimento da curva temperatura x viscosidade.

b) para cada 100t:

- 01 ensaio de destilação (ASTM-D 20) para cada 100t.

7.1.1.4 Emulsões asfálticas

a) para todo carregamento que chegar à obra;

- 01 ensaio de viscosidade “**Saybolt-Furol**” (DNER-ME 004);
- 01 ensaio de resíduo por evaporação (ABNT NBR-6568);
- 01 ensaio de carga de partícula (DNER-ME 002).

b) para cada 100 t:

- 01 ensaio de peneiramento (DNER-ME 005);
- 01 ensaio de desemulsibilidade (DNER-ME 063).

7.1.2 Agregado

- a) análises granulométricas para cada jornada de trabalho (DNER-ME 083);
- b) 01 ensaio de índice de forma, para cada 900m³ (DNER-ME 086);
- c) 01 ensaio de adesividade, para todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra e sempre que houver variação da natureza do material (DNER-ME 079).

7.1.3 Melhorador de adesividade para o ligante anidro asfalto

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

7.2 Controle da execução

7.2.1 Taxa de espalhamento dos agregados

7.2.1.1 O controle da quantidade de agregados espalhados longitudinal e transversalmente (Taxa de Espalhamento) será aleatório, 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 agregados espalhada.

7.2.1.2 A tolerância admitida para as taxas de espalhamento dos agregados é a constante dos 1 e 2.

7.2.2 Temperatura de aplicação do ligante betuminoso

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

7.2.3 Taxa de aplicação do ligante betuminoso

7.2.3.1 O controle da quantidade do ligante betuminoso aplicado, obtido através do ligante residual, será aleatório, mediante a colocação de bandejas de peso e área conhecidos, na pista onde está sendo feita a aplicação do mesmo. Por intermédio de pesagens, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de material betuminoso utilizado no cálculo da taxa de aplicação (T).

7.2.3.2 A tolerância admitida para a taxa de aplicação do ligante betuminosos é a constante dos quadros 1 e 2.

7.2.4 O número de determinações utilizadas nos ensaios de controle será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pelo Executante, conforme a Tabela seguinte:

Tabela de amostragem variável														
n	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
$n = n^o$	de amostras				k = coeficiente multiplicador					α = risco do Executante				

O número mínimo de determinações das taxas por segmentos (área inferior a 3.000m²) é de cinco.

7.3 Verificação final da qualidade

7.3.1 Acabamento da superfície

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

7.3.2 Alinhamentos

Os alinhamentos do eixo e bordo são verificados através da relocação da camada. Os desvios verificados não deverão exceder ± 5 cm.

7.3.3 Espessuras

As espessuras do eixo e bordos da camada executada são verificadas mediante nivelamento geométrico da locação. Os desvios verificados não deverão exceder à $\pm 10\%$ da espessura do projeto.

7.4 Aceitação e rejeição

7.4.1 Todos os ensaios dos materiais indicados em 7.1 deverão atender aos requisitos especificados em 5.1.

7.4.2 Para o controle estatístico da granulometria dos agregados, das taxas de aplicação do ligante betuminoso e de espalhamento do agregado, em que são especificados intervalos de valores máximos e mínimos, deve-se verificar a condição seguinte:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo de projeto ou } \bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow \text{rejeita-se o serviço};$

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo de projeto e } \bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow \text{aceita-se o serviço}.$

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.

7.4.3 Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

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

8 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços aceitos serão medidos de acordo com os critérios seguintes:

8.1 O macadame betuminoso será medido através do volume de material compactado na pista, em metros cúbicos, atendendo à seção transversal constante de projeto. Neste estão incluídos todas as operações e encargos necessários à execução do macadame betuminoso, abrangendo a produção e transporte dos agregados, armazenamento, perdas e transporte do ligante betuminoso, dos tanques de estocagem à pista.

8.2 Nos cálculos dos volumes, obedecidas às tolerâncias especificadas, serão consideradas as médias das espessuras medidas por diferença de nivelamento. No caso de espessura maior do que a do projeto, considerar a constante do projeto.

8.3 A quantidade de ligante betuminoso aplicada é obtida através da média aritmética dos valores medidos no canteiro de serviço.

8.4 O transporte do ligante betuminoso, efetivamente aplicado, é dado pela distância medida entre a refinaria e o canteiro de serviço.