



MUNICÍPIO DE CAMPO BOM
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL

CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE

ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO

1 - Generalidades

Concreto betuminoso é o revestimento flexível, resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e material betuminoso, espalhada e comprimida a quente.

Sobre a base imprimida, a mistura será espalhada, de modo a apresentar, quando comprimida, a espessura do projeto.

2 - Materiais

Todos os materiais devem satisfazer às especificações aprovadas pela MUNICIPALIDADE.

2.1 – Material Betuminoso

Podem ser empregados os seguintes materiais betuminosos:

- a) cimentos asfálticos, de penetração 50/60, 85/100 e 100/120;
- b) alcatrão tipo AP-12.

2.2 - Agregados

2.2.1 - Agregado Graúdo

O agregado graúdo pode ser pedra britada, escória britada, seixo rolado, britado ou não, ou outro material indicado nas Especificações Complementares e previamente aprovado pela Fiscalização. O agregado graúdo deve se constituir de fragmentos sãos, duráveis, livres de torrões de argila e substâncias nocivas. O valor máximo tolerado, no Ensaio de Desgaste de Los Angeles, é de 50%. Deve apresentar boa adesividade. Submetido ao ensaio de durabilidade, com sulfato de sódio, não deve apresentar perda superior a 12%, em 5 ciclos. O índice de forma não deve ser inferior a 0,5.

Opcionalmente, poderá ser determinada a porcentagem de grãos de forma defeituosa, que se enquadrem na expressão:

$$1 + g \text{ (maior) } 6e$$

onde:

1 - maior dimensão de grão;



MUNICÍPIO DE CAMPO BOM
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL

g - diâmetro mínimo do anel, através do qual o grão pode passar;
e - afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão.

Não se dispondo de anéis ou peneiras com crivos de abertura circular, o ensaio poderá ser realizado utilizando-se peneiras de malha quadrada, adotando-se a fórmula:

$$1 + 1,25g \text{ (maior) } 6e$$

sendo g, a medida das aberturas de duas peneiras, entre as quais fica retido o grão.

A porcentagem de grãos de forma defeituosa não pode ultrapassar 20%.

No caso do emprego de escória, esta deve ter uma massa específica aparente igual ou superior a 1.100 Kg/m³.

2.2.3 – Material de enchimento (FILLER)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plástica, tais como: Cimento Portland, cal extinta, pós calcários, etc., e que atendam à seguinte granulometria:

PENEIRA	% MÍNIMA PASSANDO
Nº 40	100
Nº 80	95
Nº 200	65

Quando da aplicação, deverá estar seco e isento de grumos.

3 – Composição da mistura

A composição do concreto betuminoso deve satisfazer os requisitos do quadro seguinte. A faixa a ser usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento.

PENEIRA		% PASSANDO, em peso		
#	mm	A	B	C
2"	50,8	100	-	-
1 1/2"	38,1	95-100	100	-
1"	25,4	75-100	95-100	-
3/4"	19,1	60-90	80-100	100
1/2"	12,7	-	-	85-100
3/8"	9,5	35-65	45-80	75-100



MUNICÍPIO DE CAMPO BOM
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL

Nº 4	4,8	25-50	28-60	50-85
Nº 10	2,0	20-40	20-45	30-75
Nº 40	0,42	10-30	10-32	15-40
Nº 80	0,18	5-20	8-20	8-30
Nº 200	0,074	1-8	3-8	5-10

Betume solúvel no CS ₂ (+) %	4,0-7,0	4,5-7,5	4,5- 9,0
	Camada de ligação (Binder)	Camada de ligação e Rolamento	Camada de Rolamento

As porcentagens de betume se referem à mistura de agregação, considerada com 100%. Para todos os tipos, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deverá ser inferior a 4% do total.

A curva granulométrica, indicada no projeto, poderá apresentar as seguintes tolerâncias máximas:

PENEIRAS		% PASSANDO, em peso
	mm	
3/8" - 1 1/2"	9,5 - 38,0	(+/-) 7
Nº 40 - Nº 4	0,42 - 4,8	(+/-) 5
Nº 80	0,18	(+/-) 3
Nº 200	0,074	(+/-) 2

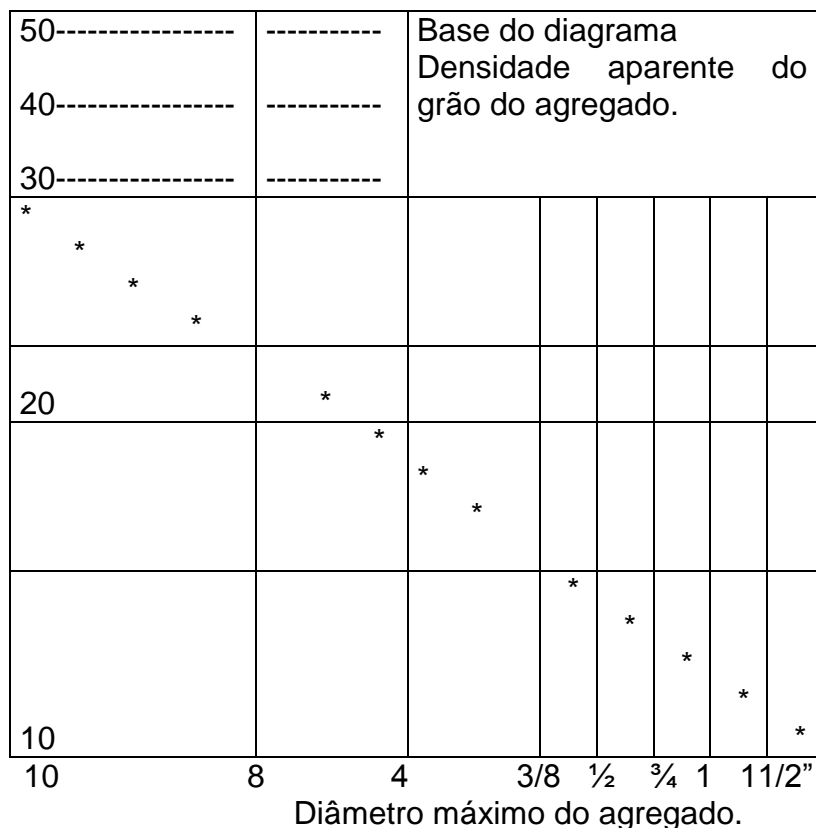
Deverá ser adotado o Método Marshall para a verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência da mistura betuminosa, segundo os valores seguintes:

	CAMADA DE ROLAMENTO	CAMADA DE LIGAÇÃO (BLINDER)
Porcentagem de vazios	3 a 5	4 a 6
Relação Betume/vazios	75 a 82	65 a 72
Estabilidade, Mínima	350Kg (75 golpes)	350Kg (75 golpes)
	250Kg (50 golpes)	250Kg (50 golpes)
Fluência, 1/100"	8 a 18	8 a 18

As especificações complementares fixarão a energia de compactação.



As misturas devem atender às especificações da relação betume/vazios ou os valores mínimos de vazios do agregado mineral dados pela linha inclinada do seguinte ábaco:



4 - Equipamento

Todo equipamento, antes do início da execução deverá ser examinado pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta Especificação, sem o que não será dada a ordem de serviço.

4.1 – Depósito para material betuminoso

Os depósitos para o ligante betuminoso deverão ser capazes de aquecer o material, às temperaturas fixadas nesta Especificação. O aquecimento deverá ser feito por meio de serpentinas a vapor, eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato de chamas com o interior do depósito. Deverá ser instalado um sistema de circulação para o ligante betuminoso, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação. Todas as tubulações e acessórios deverão ser dotados de isolamento, a fim



MUNICÍPIO DE CAMPO BOM
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL

de evitar perdas de calor. A capacidade dos depósitos deverá ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

4.2 - Depósitos para agregados

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

4.3 – Usinas para misturar betuminosas

A usina deverá estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, dispor de misturador tipo Pugmill, com duplo conjugado, provido de palhetas reversíveis e removíveis, ou outro tipo capaz de produzir uma mistura uniforme. Deve ainda o misturador, possuir dispositivo de descarga, de fundo ajustável e dispositivo para controlar o ciclo completo de mistura. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90°C a 210°C, deverá ser fixada na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador. A usina deverá ser equipada, além disso, com um termômetro de mercúrio, com escala em “dial”, pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, para registrar a temperatura dos agregados.

4.4 - Acabadora

O equipamento para espalhamento e acabamento deverá ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos. As acabadoras deverão ser equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As acabadoras deverão ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento dos mesmos, à temperatura requerida, para colocação da mistura sem irregularidades.

4.5 – Equipamento para a compressão

O equipamento para a compressão será constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem, devem Ter uma carga de 8 a 12 t. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 35 e 120 litros por polegada quadrada.

O equipamento em operação deve ser suficiente para comprimir a mistura à densidade requerida, enquanto esta se encontrar em condições de trabalhabilidade.



4.6 – Caminhões para transporte da mistura

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto betuminoso, deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo aderência da mistura às chapas.

5 - Execução

Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação e a do revestimento, ou no caso de ter havido trânsito sobre a superfície imprimida, ou ainda, ter sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra, etc., deverá ser feita uma pintura de ligação.

A temperatura de aplicação do cimento asfáltico deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 150 segundos, Saybolt-Furol, indicando-se preferencialmente, a viscosidade de 85 + 10 segundos Saybolt-Furol. Entretanto, não devem ser feitas misturas a temperaturas inferiores a 17°C e nem superiores a 177°C.

Os agregados devem ser aquecidos a temperatura de 10°C a 15°C, acima da temperatura do ligante betuminoso.

A temperatura de aplicação do alcatrão será aquela na qual a viscosidade Engler situe-se em uma faixa de 25 + ou - 3 . A mistura, neste caso, não deve deixar a usina com temperatura superior a 106°C.

5.1 – Produção do concreto betuminoso

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

5.2 – Transporte do concreto betuminoso

O concreto betuminoso produzido deverá ser transportado, da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes antes especificados.

Quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura.

5.3 – Distribuição e compressão da mistura

As misturas de concreto betuminoso devem ser distribuídos somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10°C, e com o tempo não chuvoso.



MUNICÍPIO DE CAMPO BOM
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL

A distribuição do concreto betuminoso deve ser feita por máquinas acabadoras, conforme já especificado.

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

Imediatamente após a distribuição do concreto betuminoso tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, temperatura essa fixa, experimentalmente, para cada caso.

A temperatura recomendável, para a compressão da mistura é aquela na qual o ligante apresenta uma viscosidade Saybolt-Furol de 140 + ou - 15 segundos, para o cimento asfáltico ou uma viscosidade específica, Engler, de 40 + ou - 5, para o alcatrão.

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

A compressão será iniciada pelos bordos, 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 perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

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

5.4 – Abertura ao trânsito

Os revestimentos recém-acabados deverão ser mantidos sem trânsito, até o seu completo resfriamento.

6 - Controle

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pela Prefeitura e satisfazer as especificações em vigor.

6.1 – Controle de quantidade do material betuminoso

O controle de quantidade do material betuminoso constará do seguinte:

a) para cimento asfáltico;



MUNICÍPIO DE CAMPO BOM
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL

1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento que chegar à obra;

1 ensaio de ponto de fulgor, para cada 100 t;

1 índice de Pfeiffer, para cada 500 t;

1 ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar à obra;

b) para alcatrão;

1 ensaio de flutuação, para todo carregamento que chegar à obra;

1 ensaio de destilação, para cada 500 t;

6.2 – Controle de qualidade dos agregados

O controle de quantidade dos agregados constará do seguinte:

a) 2 ensaios de granulometria do agregado, de cada silo quente, por dia;

b) 1 ensaio de desgaste Los Angeles, por mês, ou quando houver variação da natureza do material;

c) 1 ensaio de índice de forma, para cada 900 m³;

d) 1 ensaio equivalente de areia do agregado miúdo por dia;

e) 1 ensaio de granulometria do material de enchimento (Filler) por dia;

6.3 – Controle da quantidade de ligante na mistura

Devem ser efetuadas duas extrações de betume, de amostras coletoras na pista, depois da passagem da acabadora, para cada dia de 8 horas de trabalho. A porcentagem de ligante poderá variar, no máximo, + ou - 0,3% da fixada no projeto.

6.4 – Controle da graduação da mistura de agregados

Será procedido o ensaio de granulometria 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 item 3.

6.5 – Controle de temperatura

Serão efetuadas, no mínimo, quatro medidas de temperatura, por dia, em cada um dos itens abaixo discriminados:

a) do agregado, no silo quente da usina;

b) do ligante, na usina;

c) da mistura betuminosa, na saída do misturador da usina;

d) da mistura, no momento do espalhamento e no início da rolagem na pista.



MUNICÍPIO DE CAMPO BOM
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL

Em cada caminhão, antes da descarga, será feita, pelo menos, uma leitura da temperatura.

As temperaturas devem satisfazer aos limites especificados anteriormente.

6.6 – Controle das características Marshall da mistura

Dois ensaios Marshall, com três corpos de prova cada, devem ser realizadas por dia de produção da mistura. Os valores da estabilidade e de fluência deverão satisfazer ao especificado no item 3. As amostras devem ser retiradas após a passagem da acabadora e antes da compressão.

6.7 – Controle de compressão

O controle de compressão da mistura betuminosa deverá ser feito, preferencialmente, medindo-se a densidade aparente de corpos de prova extraídos da mistura comprimida na pista por meio de brocas rotativas.

Na impossibilidade de utilização deste equipamento, admite-se o processo do anel de aço. Para tanto, colocam-se sobre a base, antes do espalhamento da mistura, anéis de aço de 10 cm de diâmetro interno e de altura 5 mm inferior à espessura da camada comprimida. Após a compressão são retirados os anéis e medida a densidade aparente dos corpos de prova neles moldados.

Deve ser realizada uma determinação, cada 500 m de meia pista, não sendo permitidas densidades inferiores a 95% da densidade do projeto.

O controle de compressão poderá também ser feito medindo-se as densidade aparentes dos corpos de prova extraídos da pista e comparando-as com as densidades aparentes de corpos de prova moldados no local. As amostras para moldagem destes corpos de prova deverão ser colhidas bem próximo do local onde serão realizados os furos e antes colhidas a sua compressão. A relação entre estas duas densidades não deverá ser inferior a 100%.

6.8 – Controle de espessura

Será medida a espessura por ocasião da extração dos corpos de prova da pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Admitir-se-á variação de + ou - 10%, da espessura de projeto, para pontos isolados e até 5% de redução de espessura, em 10 medidas sucessivas.

6.9 – Controle de acabamento da superfície

Durante a execução, deverá ser feito diariamente o controle de acabamento da superfície de revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00



MUNICÍPIO DE CAMPO BOM
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL

m e outra de 0,90 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.

7 - Medição

O concreto betuminoso usinado a quente será medido através da massa da mistura aplicada, em metros quadrados.

8 - Pagamento

O concreto betuminoso usinado a quente será pago após a edição do serviço executado.

Não serão pagos os excessos em relação ao volume de projeto, e serão descontados as faltas, dentro das tolerâncias especificadas.

O preço unitário incluirá a obtenção de materiais, inclusive betuminoso, o melhorador de adesividade se necessário, o preparo, o transporte, o espalhamento e a compressão da mistura, toda mão-de-obra e encargos, equipamento e eventuais relativos a este serviço, assim como todo o transporte de agregados, material betuminoso, melhorador de adesividade e material de enchimento.