



## **MEMORIAL DESCRITIVO RECAPEAMENTO ASFÁLTICO**

### **1. OBJETIVO**

O presente memorial descritivo e especificações têm por objetivo definir os critérios que orientarão a produção, execução, aceitação e medição dos serviços relativos ao recapeamento asfáltico. O recapeamento deverá ser executado com CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente), com espessura de 3,00 nas ruas do Jardim São Francisco Xavier do Município de Bastos e fixa as obrigações e direitos da Prefeitura do Município de Bastos, designada proprietária das ruas.

### **2. PRELIMINARES**

- 2.1. Os serviços contratados serão rigorosamente executados de acordo com os projetos apresentados e normas a seguir citadas.
- 2.2. Todos os materiais serão de 1a. Qualidade, devendo ser previamente submetido à apreciação da Fiscalização para aprovação.
- 2.3. A mão de obra a empregar, especializada sempre que necessário, será de primeira qualidade, objetivando acabamento esmerado.
- 2.4. Nestas especificações, deve ficar perfeitamente claro, que em todos os casos de caracterização de materiais ou equipamentos por determinada marca, denominação ou fabricação, fica submetido a alternativa "ou rigorosamente equivalente", à juízo da proprietária.
- 2.5. Serão impugnados pela proprietária todos os trabalhos que não satisfaçam a este documento.
- 2.6. Ficará a executora da obra obrigada a demolir e refazer os trabalhos rejeitados, ficando por sua conta exclusiva, as despesas decorrentes desses serviços.
- 2.7. Qualquer omissão neste memorial, orçamento e projeto deverá ser sanado obedecendo as normas construtivas do DENIT ou DER/SP.

### **3. MELHORIAS DO PAVIMENTO EXISTENTE**

#### **3.1. TAPA BURACOS**

Todo os buracos existentes deverão ser devidamente tampados utilizando-se a técnica habitual: requadramento com máquina cortadora de asfalto, varrição eliminando todo pó, pintura de ligação utilizando-se emulsão catiônica do tipo RR-1C diluída em água na proporção de 1:1 e aplicada na taxa de 0,80 kg/m<sup>2</sup> e, se necessário, a recomposição da base. A argamassa asfáltica deve ser aplicada na espessura máxima compactada de 5 cm. Se o buraco for muito profundo (maior que 5 cm), antes de aplicada a argamassa asfáltica, o material da base deverá ser recomposto ou substituído por uma camada de PMF, faixa B do DNER. Após a compactação do material utilizado na base, aplica-se o PMF para o

fechamento do buraco e a camada de rolamento, de acordo com a espessura da capa. A compactação destes buracos deverá ser feita com rolos lisos ou placa vibratória. A composição da mistura para estes serviços de tapa buracos obedecerão a seguinte dosagem para a produção de 1 metro cúbico de massa asfáltica: 200 litros de brita 2 (1”), 400 litros de brita 1 (5/8”), 400 litros de brita (3/8”) ou (1/4”) e 90 litros de emulsão catiônica do tipo RM-1C.

**OBSERVAÇÃO: Este serviço de tapa buracos deverá ser executado pela prefeitura e não faz parte do objeto deste convênio. Deverão ser executados com pelo menos 20 dias de antecedência à realização dos serviços de recapeamento asfáltico, para que seja possível a cura da massa asfáltica.**

#### **4. PINTURA DE LIGAÇÃO**

A pintura de ligação consistirá na aplicação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície do pavimento existente a ser recapeado. Deverá ser utilizado emulsão asfáltica catiônica do tipo RR-2C, diluído em água na proporção de 60% de emulsão e 40% de água e aplicado com taxa de 1,20 l/m<sup>2</sup>.

Todo o carregamento de asfalto diluído que chegar à obra deve apresentar por parte do fabricante ou distribuidor o certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, 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 da sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de obra. Cabe à contratada a responsabilidade de manter dispositivo eficiente de controle do tráfego, de forma a não permitir a circulação de veículos sobre a área pintada a ser recapeada, antes de completada a cura.

#### **5. LIMPEZA DO ASFALTO EXISTENTE**

O asfalto que receberá o recapeamento deverá ser totalmente limpo, ficando livre de pó ou qualquer outro tipo de sujeira que possa comprometer o recapeamento do mesmo.

#### **6. CBUQ – CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE**

##### **6.1. GENERALIDADES**

Concreto betuminoso usinado à quente é uma mistura asfáltica a quente, executada em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente. Sobre a base imprimada, a mistura deve ser espalhada, de modo a apresentar, quando comprimida, a espessura do projeto.

##### **6.2. MATERIAIS**

###### **Material Betuminoso**

Podem ser empregados os seguintes materiais betuminosos:

- a) Cimentos Asfálticos, de penetração 50/60 ou 85/100;

## Agregados minerais

### a) Agregado graúdo

O agregado graúdo será pedra britada. 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 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.

### 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 um equivalente de areia igual ou superior a 55% e apresentar boa adesividade.

### c) Material de enchimento (filer)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plásticos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós calcáreos. Quando da aplicação, o filer deve estar seco e isento de grumos. A granulometria a ser atendida deve obedecer aos seguintes limites:

PENEIRA	% PASSANDO EM PESO
nº 40	100
nº 80	95 - 100
nº 200	65 - 100

## Composição da mistura

A faixa granulométrica a ser empregada deve ser a da **Faixa IV** da tabela abaixo, selecionada em função da utilização prevista para o concreto asfáltico. Caso a mistura asfáltica seja utilizada como camada de rolamento, deve-se conferir especial atenção à seleção da granulometria de projeto, tendo em vista a obtenção de rugosidade que assegure adequadas condições de segurança ao tráfego.

A composição da mistura deve satisfazer aos requisitos apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Composição das Misturas Asfálticas**

Peneira de Malha Quadrada		Designação				Tolerâncias
		I	II	III	IV	
ASTM	mm	% em Massa, Passando				
2"	50,0	100	-	-	-	-
1 ½"	37,5	90 – 100	100	-	-	± 7%
1"	25,0	75 – 100	90 – 100	-	-	± 7%
¾"	19,0	60 – 90	80 – 100	100	-	± 7%
½"	12,5	-	-	90 – 100	-	± 7%
3/8"	9,5	35 – 65	45 – 80	70 – 90	100	± 7%
Nº 4	4,75	25 – 50	28 – 60	44 – 72	80 – 100	± 5%
Nº 10	2,0	20 – 40	20 – 45	22 – 50	50 – 90	± 5%
Nº 40	0,42	10 – 30	10 – 32	8 – 26	20 – 50	± 5%
Nº 80	0,18	5 – 20	8 – 20	4 – 16	7 – 28	± 3%
Nº 200	0,075	1 – 8	3 – 8	2 – 10	3 – 10	± 2%
<b>Camadas</b>		Ligação (Binder)	Ligação ou Rolamento	Rolamento	Reperfilagem <sup>(*)</sup>	
<b>Varição do teor de ligante</b>		3,5 – 5,0	4,0 – 5,5	4,5 – 6,5	4,5 – 7,0	
<b>Espessura máxima cm</b>		6,0	6,0	6,0	3,0	

\* Reperfilagem: camada de regularização de deformações de pequena amplitude, sem função estrutural.

O projeto da dosagem de mistura deve atender aos seguintes requisitos:

- o tamanho máximo do agregado da faixa adotada deve ser inferior a 2/3 da espessura da camada compactada;
- a fração retida entre duas peneiras consecutivas, excetuadas as duas de maior malha de cada faixa, não deve ser inferior a 4% do total;
- a faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer a tolerância indicada para cada peneira na Tabela 2, porém, respeitando os limites da faixa granulométrica adotada;

o projeto da mistura pela dosagem Marshall deve ser feito no mínimo a cada 6 meses, e todas as vezes que ocorrer alteração de algum dos materiais constituintes da mistura, a energia de compactação determinada através do número de golpes deve ser definida em projeto. O número de golpes padrão é 75 golpes por face do corpo de prova, podendo ser especificadas outras energias;

- os parâmetros obtidos no ensaio Marshall para estabilidade, fluência, porcentagem de vazios e relação betume vazios devem atender aos limites apresentados na Tabela 3;
- o teor ótimo de ligante do projeto de mistura asfáltica deve atender a todos os requisitos da Tabela 3;

**Tabela 3 – Requisitos para o Projeto Mistura Asfáltica**

Características	Método de Ensaio	Camadas de Rolamento e Reperfilagem	Camada de Ligação (Binder)
Estabilidade mínima, kN (75 golpes no ensaio Marshall)	NBR 12891 <sup>(9)</sup>	8	8
Fluência (mm) Fluência (0,01")	NBR 12891 <sup>(9)</sup>	2,0 a 4,0 8 a 16	2,0 a 4,0 8 a 16
% de Vazios Totais		4	4 a 6
Relação Betume Vazios – RBV (%)		65 a 80	65 a 75
Vazios do agregado mineral – VAM (%)		Ver Tabela 4	-
Concentração crítica de fíler *	ES P00/26 <sup>(10)</sup>	< 90% Cs	< 90% Cs
Resistência à Tração por Compressão Diametral Estática a 25°C, mínima, MPa	NBR 15087 <sup>(11)</sup>	0,80	0,65
Resistência a danos por umidade induzida, mínimo, %	AASHTO T 283 <sup>(12)</sup>	70	
* a concentração crítica de fíler: valor da concentração máxima em volume de fíler admitida no sistema fíler-asfalto.			

- c) recomenda-se que a relação fíler/asfalto em massa esteja compreendida entre 0,6 a 1,2<sup>(13)</sup>;
- d) as misturas asfálticas para camada de rolamento faixas II e III, os vazios do agregado mineral, VAM, devem atender aos valores mínimos definidos em função do tamanho nominal máximo do agregado, conforme Tabela 4;
- e) recomenda-se que o teor ótimo de ligante situe-se abaixo do teor de ligante correspondente ao VAM mínimo, da dosagem Marshall;
- f) as condições de vazios da mistura, na fase de dosagem podem ser verificadas por um dos procedimentos:

**Procedimento A**

- determinação da densidade efetiva através da densidade máxima teórica pelo método Rice, conforme ASTM D 2041<sup>(14)</sup>.

**Procedimento B**

- determinação da densidade efetiva através da média entre a densidade aparente e densidade real agregado. Admite-se a como densidade efetiva do agregado- ( $D_{ea}$ ) como sendo a média aritmética entre a  $D_1$  e  $D_2$ ;
- as densidade aparente dos corpos de prova deve ser obtida através do método DNER ME 117<sup>(15)</sup>.

$$D_{aa} = \frac{D_1 + D_2}{2}; \text{ onde:}$$

$$D_1 = \frac{100}{\frac{P}{D_{SR1}} + \frac{P}{D_{SR2}} + \frac{P}{D_{SR3}}} \quad \text{e} \quad D_2 = \frac{100}{\frac{P}{D_{SAp1}} + \frac{P}{D_{SR2}} + \frac{P}{D_{SR3}}}$$

Onde:

$P_1$  = porcentagem de agregado retido na peneira de abertura de 2,0 mm (%);

$P_2$  = porcentagem de agregado que passa na peneira de abertura de 2,0 mm, e fica retido na peneira de abertura de 0,075mm (%);

$P_3$  = porcentagem de agregado que passa na peneira de abertura de 0,075mm (%);  $D_{SR1}$  = densidade real do agregado retido na peneira de abertura de 2,0 mm;

$D_{SR2}$  = densidade real do agregado que passa na peneira de abertura de 2,0 mm, e fica retido na peneira de abertura de 0,075 mm;

$D_{SR3}$  = densidade real do agregado que passa na peneira de abertura de 0,075 mm;

$D_{SAp1}$  = densidade aparente do agregado que fica retido na peneira de abertura de 2,0 mm.

**Tabela 4 – Requisitos para Vazios do Agregado Mineral – VAM**

Tamanho Nominal Máximo do Agregado*		VAM Mínimo (%)
		Teor de Vazios = 4,0%
ASTM	mm	
1 1/2"	37,5	11
1"	25,0	12

3/4"	19,0	13
1/2"	12,5	14
3/8"	9,5	15
* tamanho nominal máximo do agregado é definido como o diâmetro da peneira imediatamente superior àquela que retém mais que 10% dos agregados. <sup>(16)</sup>		

### 6.3. EQUIPAMENTOS

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela Fiscalização, devendo estar de acordo com esta Especificação, sem o que não será dada a ordem de serviço. O equipamento básico para execução do serviço compreende as seguintes unidades:

#### a) Depósitos para ligante betuminoso

Os depósitos para o Ligante Betuminoso devem ser capazes de aquecer o material às temperaturas necessárias, determinadas nesta Especificação. O aquecimento deve ser feito por meio de serpentinas a vapor, óleo, eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato de chamas com o interior do depósito. Deve ser instalado um sistema de circulação para o cimento asfáltico, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação. Todas as tubulações e acessórios devem ser dotados de isolamento, a fim de evitar perdas de calor. A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

#### b) Depósitos para agregados

Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade da usina 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. Haverá um silo adequado para o filer, conjugado com dispositivos para sua dosagem.

#### c) Usinas para misturas betuminosas

A usina deve estar equipada com uma unidade classificadora de agregados após o secador, dispor de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme. Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90° a 210°C, deve ser fixado no dosador de ligante ou linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador.

A usina deve ser equipada, além disto, com um pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados.

Poderá, também, ser utilizada uma usina do tipo tambor secador/misturador, provida de coletor de pó, alimentador de filer, sistema de descarga da mistura betuminosa com comporta, ou alternativamente, em silos de estocagem. A usina deve possuir silos de

agregados múltiplos, com pesagem dinâmica (precisão  $\pm 5^\circ\text{C}$ ) e assegurar a homogeneidade das granulometrias dos diferentes agregados.

**d) Caminhões para transportes da mistura**

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto betuminoso, 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. **A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante betuminoso (óleo diesel, gasolina, etc) não serão permitidas.**

**e) Acabadora**

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 a mistura exatamente na largura desejada e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás. As acabadoras devem ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento dos mesmos, à temperatura requerida, para colocação da mistura sem irregularidades.

**f) Equipamento para a compressão**

O equipamento para compressão deve ser constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo tandem ou rolo vibratório. Os rolos compressores, tipo tandem, devem ter uma carga de 8 a 12 toneladas. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 2,5kgf/cm<sup>2</sup> a 8,4kgf/cm<sup>2</sup> (35 a 120 psi).

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

## **6.4. EXECUÇÃO**

Inicialmente deve-se fazer a aplicação de uma pintura de ligação utilizando-se emulsão asfáltica catiônica do tipo RR-2C diluída em água na proporção de 60% de emulsão e 40% de água e, lançada através de barra ou caneta espargidora acoplada a um caminhão tanque. Essa pintura deverá ter um consumo de aproximadamente 1,20 litros por metro quadrado.

A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico, no momento da mistura, deve ser determinada para cada tipo de ligante em função da relação temperatura/viscosidade.

A temperatura conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 150 segundos, Saybolt-Furol, indicando-se, preferencialmente, a viscosidade de 85 mais ou menos 10 segundos, Saybolt-Furol. Não devem ser feitas misturas a temperaturas inferiores a 120 graus centígrados e nem superiores a 177 graus centígrados.



Os agregados devem ser aquecidos a temperaturas de, aproximadamente, 10 graus centígrados acima da temperatura do ligante asfáltico, não devendo, entretanto ultrapassar 177 graus centígrados.

#### **6.4.1. Produção do Concreto Betuminoso Usinado à Quente**

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

#### **6.4.2. Transporte do concreto betuminoso**

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

As caçambas dos veículos devem ser cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventualmente, contaminação por poeira, especialmente perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

#### **6.4.3. Distribuição do concreto betuminoso**

a) O concreto betuminoso deve ser distribuído somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10 graus centígrados, e com tempo não chuvoso;

b) A distribuição do concreto betuminoso deve ser feita por máquinas acabadoras, conforme já especificado, devendo ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o conveniente aquecimento da mesa alisadora, à temperatura compatível com a da massa asfáltica a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia;

c) Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas devem ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deve ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço.

#### **6.4.4. Compressão**

- A compressão do concreto betuminoso terá início imediatamente após a distribuição do mesmo.

- A fixação da temperatura de rolagem está condicionada à natureza da massa e às características do equipamento utilizado. A temperatura recomendável neste caso, será aquela na qual o ligante apresenta um viscosidade Saybolt-Furol, de 140 + 15 segundos. Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente, em cada caso.

- A compactação de misturas betuminosas usinadas a quente, contempla o emprego combinado de rolo de pneus de pressão regulável e rolo metálico tandem de rodas lisas.
- Inicia-se a rolagem com o rolo de pneus atuando com baixa pressão. À medida que a mistura for sendo compactada, e com o conseqüente crescimento de sua resistência, seguem-se coberturas do rolo de pneus, com incremento gradual da pressão. A compactação final deve ser efetuada com o rolo metálico tandem de rodas lisas, quando então a superfície da mistura deve apresentar-se bem desempenada.
- O número de coberturas de cada equipamento deve ser definido experimentalmente, de forma a se atingir as condições de densidade previstas, enquanto a mistura se apresentar com trabalhabilidade adequada. A compressão deve ser executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciadas pelo ponto mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto, com o equipamento recobrindo em cada passada, ao menos, a metade da largura rolada na passagem anterior.
- A espessura máxima de cada camada individual, após compressão, deve ser definida na obra pela Fiscalização, em função das características de trabalhabilidade da mistura e da eficiência do processo de compressão.
- Durante a rolagem não devem ser permitidas mudanças de direção e inversão bruscas de marchas, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém-rolado. As rodas do rolo devem ser umedecidas adequadamente, de modo a evitar a aderência da mistura.
- O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deve assegurar adequadas condições de acabamento.
- A camada de concreto betuminoso recém-acabada deve ser mantida sem trânsito até o seu completo resfriamento.

## **7. ABERTURA AO TRÂNSITO**

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

## **8. MANEJO AMBIENTAL**

Para execução de revestimento betuminoso do tipo concreto betuminoso usinado à quente, são necessários trabalhos envolvendo a utilização de asfalto e agregados, além da instalação de usina misturadora.

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

### **8.1. Ligante betuminoso**

- a) Os depósitos devem ser instalados em locais afastados dos cursos d'água e devem também ser colocados dispositivos de retenção do material para casos de vazamentos.
- b) É vedado o lançamento do refugo de materiais usados na faixa de domínio, nas áreas lindeiras e em qualquer outro local onde possam causar prejuízos ambientais.
- c) Deve ser recuperada a área afetada pelas operações de construção/execução, mediante remoção da usina e dos depósitos e efetuando a limpeza do canteiro obras.

## **8.2. Agregados**

A brita e a areia somente devem ser aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal, cuja cópia deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra.

## **8.3. Usina**

### **8.3.1. Instalação**

- a) Devem ser impedida a instalação de usinas de asfalto à quente a uma distância inferior a 200m (duzentos metros), medidos a partir da base da chaminé, de residências, hospitais, clínicas, centros de reabilitação, escolas, asilos, orfanatos, creches, clubes esportivos, parques de diversões e outras construções comunitárias.
- b) É atribuída à Executante responsabilidade pela obtenção da licença de instalação/operação e de manter a usina em condições de funcionamento dentro do prescrito nestas especificações.

### **8.3.2. Operação**

- a) Devem ser instalados sistemas de controle de poluição do ar, constituídos por ciclone e filtro de mangas, ou de equipamentos que atendam aos padrões estabelecidos na legislação vigente.
- b) Devem ser adotados os silos de estocagem de agregados frios, de proteções laterais e de cobertura para evitar a dispersão das emissões fugitivas durante a operação de carregamento.
- c) A correia transportadora de agregados frios deve ser enclausurada.
- d) Devem ser adotados procedimentos de forma que a alimentação do secador seja feita sem emissão visível para a atmosfera.
- e) Deve ser mantida pressão negativa no secador rotativo, enquanto a usina estiver em operação, para que sejam evitadas emissões de partículas na entrada e saída do mesmo.
- f) O misturador, os silos de agregados quentes e as peneiras classificatórias do sistema de exaustão, devem estar conectados ao sistema de controle de poluição do ar evitando a emissão de vapores e de partículas para a atmosfera.
- g) As vias de acesso internas devem ser pavimentadas e mantidas limpas, de tal modo que as emissões provenientes do tráfego de veículos não ultrapassem 20% de opacidade.
- h) O silos de estocagem de filer devem ser dotados de sistema próprio de filtragem à seco.

- i) Devem ser adotados procedimentos operacionais que evitem a emissão de partículas provenientes dos sistemas de limpeza dos filtros de mangas e de reciclagem do pó retido nas mangas.
- j) Devem ser acionados os sistemas de controle de poluição do ar antes dos equipamentos de processo.
- k) Devem ser mantidos em boas condições de operação todos os equipamentos de processo e de controle.
- l) As chaminés devem ser dotadas de instalações adequadas para a realização de medições.

## **9. CONTROLE**

Todos os materiais devem ser examinados, obedecendo à metodologia indicada pelo DNER e satisfazer as especificações em vigor.

### **9.1. Ligante Betuminoso**

- a) Para todo carregamento que chegar à obra, devem ser realizados os seguintes ensaios:
  - Um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol;
  - Um ensaio de ponto de fulgor, para cada 100 t;
  - Um ensaio de Espuma;

### **9.2. Agregados**

- a) Diariamente deve ser feita inspeção à britagem e aos depósitos, visando garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e outras contaminações prejudiciais;
- b) Quando ocorrer variação da natureza do material, devem ser executados novos ensaios de durabilidade e de adesividade;
- c) Quando ocorrer variação da natureza do material (heterogeneidade da formação), e no mínimo uma vez por mês, devem ser executados um ensaio de abrasão Los Angeles.
- d) Por dia de trabalho, devem ser executados:
  - Dois ensaios de Granulometria de amostras da mistura de agregados.
  - Um ensaio de Granulometria do material de enchimento (filer).
  - Um ensaio de Equivalente de Areia, do agregado miúdo.

### **9.3. Temperatura**

Devem ser 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 cimento asfáltico, na usina, antes da entrada no misturador;
- c) Da mistura betuminosa, na saída do misturador da usina;
- d) Da mistura, no momento do espalhamento e do início da rolagem, na pista.

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

As temperaturas devem satisfazer aos limites especificados anteriormente.

#### **9.4. Quantidade de ligante na mistura**

Devem ser efetuadas duas extrações de betume, de amostras coletadas na pista, imediatamente após a passagem da acabadora, para cada dia de 8 horas de trabalho. A porcentagem de ligante poderá variar, no máximo, mais ou menos 0,3% da fixada no projeto.

#### **9.5. Graduação da mistura de agregados**

Deve ser procedido o ensaio de granulometria da mistura dos agregados, resultante das extrações citadas no item anterior. A curva granulométrica deve manter-se contínua, enquadrando-se dentro das tolerâncias especificadas.

#### **9.6. Características de estabilidade e fluência da mistura**

Dois ensaios Marshall, com três corpos de prova cada, devem ser realizados por dia de produção da mistura. Os valores de estabilidade e de fluência devem satisfazer as exigências do projeto. As amostras devem ser retiradas após a passagem da acabadora e antes da compressão.

#### **9.7. Controle de compressão e condições de vazios da mistura**

O controle de compressão da mistura betuminosa, deverá ser feito, preferencialmente, medindo-se a densidade aparente de corpos de prova extraídos da mistura, comprimidas 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 de 5 mm inferior a 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 metros de meia pista, não sendo permitidas densidades inferiores a 95% da densidade do projeto.

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

#### **9.8. Geométrico e de Acabamento**

- a) Espessura: a espessura da camada de concreto betuminoso deve ser avaliada nos corpos de prova extraídos ou outro critério aceito pela Fiscalização, não pode ser menor do que a espessura de projeto. Admitir-se-á variação de  $\pm 10\%$ , da espessura de projeto, para pontos isolados, e até 5% de redução da espessura, em 10 medidas sucessivas.
- b) Largura: deve ser determinada a largura da plataforma acabada por medidas à trena executadas a cada 20m, pelo menos, não sendo admitidas larguras inferiores às estabelecidas em projeto.
- c) Acabamento da superfície: durante a execução deve ser feita, a cada 20m, uma leitura (em mm) correspondendo à máxima variação entre dois pontos quaisquer de contato, obtida com 2 réguas completamente desempenadas, uma de 3,0m e a outra de 0,90m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, sobre a superfície terminada. A superfície não deve apresentar variações maiores do que 6mm em relação às bordas inferiores das réguas.

## **10. ACEITAÇÃO**

### **10.1. Materiais**

#### **10.1.1. Cimento asfáltico**

O cimento asfáltico recebido no canteiro deve ser aceito, desde que atendidos os seguintes requisitos:

- a) Os valores de viscosidade e ponto de fulgor estejam de acordo com os valores especificados pela ABNT;
- b) O material não produza espuma, quando aquecido a 175 graus centígrados;
- c) Para cada conjunto de vinte carregamentos, os resultados dos ensaios de controle de qualidade do CAP, previstos na especificação da ABNT, sejam julgados satisfatórios.

#### **10.1.2. Agregados e Filer**

O agregado graúdo, o agregado miúdo e o filer utilizados devem ser aceitos, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) O agregado graúdo atenda aos requisitos desta especificação no que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade e porcentagem de grãos defeituosos;
- b) O agregado miúdo atenda aos requisitos desta especificação no que se refere aos ensaios de equivalente de areia e durabilidade;
- c) O filer apresente-se seco, sem grumos, e enquadrado na granulometria especificada;
- d) As variações ocorridas nas granulometrias, com amostras coletadas nos silos quentes, estejam contidas dentro dos limites estabelecidos.

#### **10.1.3. Melhorador de adesividade**

- a) O melhorador de adesividade, quando utilizado, deve produzir o efeito desejado;
- b) A quantidade, a forma de incorporação ao cimento asfáltico e o tempo de circulação devem estar de acordo com os critérios estabelecidos pela Fiscalização.

## **10.2. Na execução**

### **10.2.1. Temperatura**

- a) A produção da mistura asfáltica deve ser aceita, com vistas ao controle de temperatura, se:
- As temperaturas medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico, ao longo do dia de produção, encontrarem-se situadas na faixa desejável, definida em função da curva "viscosidade x temperatura" do ligante empregado. Constantes variações ou desvios significativos em relação à faixa de temperatura desejável indicam a necessidade de suspensão temporária do processo de produção, providenciando-se os necessários ajustes;
  - Temperaturas de cimento asfáltico e dos agregados, superiores a 177 graus centígrados, implicam na rejeição da massa produzida;
  - Temperaturas do cimento asfáltico inferiores a 120 graus centígrados ou dos agregados inferiores a 130 graus centígrados, igualmente implicam na rejeição da massa produzida;
  - Os agregados no momento da mistura devem estar, aproximadamente, 10 graus centígrados acima da temperatura do cimento asfáltico, respeitado o limite máximo de 177 graus centígrados.
- b) A massa asfáltica chegada à pista deve ser aceita, sob o ponto de vista da temperatura, se:
- A temperatura medida no caminhão não for menor do que o limite inferior da faixa de temperatura prevista para a usina, menos 15 graus centígrados;
  - A temperatura da massa, no decorrer da rolagem, propicie adequadas condições de compressão tendo em vista o equipamento utilizado e o grau de compactação objetivado.

### **10.2.2. Qualidade de ligante e Graduação da mistura de agregados**

- a) A quantidade de cimento asfáltico obtida pelo ensaio de extração por refluxo "Soxhlet", em amostras individuais, não deve variar, em relação ao teor de projeto de mais do que 0,3%, para mais ou para menos. A média aritmética obtida, para conjuntos de 9 (nove) valores individuais, não deve, no entanto, ser inferior ao teor de projeto;
- b) Durante a produção a granulometria da mistura poderá sofrer variações em relação à curva de projeto, respeitadas as tolerâncias especificadas no item 6.

### **10.2.3. Características Marshall da mistura**

- a) Os valores de % de vazios, vazios do agregado mineral, relação betume vazios, estabilidade e fluência Marshall, devem atender ao prescrito no item 6;
- b) A eventual ocorrência de valores que não atendam ao especificado, poderá resultar na não aceitação do serviço. As falhas ocorrentes devem ser corrigidas mediante ajustes racionais na formulação do traço e/ou no processo executivo.

#### 10.2.4. Compressão

Os valores do grau de compactação, calculados estatisticamente pela expressão abaixo, para conjuntos de no mínimo nove valores, devem ser iguais ou superiores a 97%:

$$x_{\text{mín}} = \bar{x} - \frac{1,29 S}{\sqrt{N}} - 0,68 S$$
$$x_{\text{máx}} = \bar{x} + \frac{1,29 S}{\sqrt{N}} + 0,68 S$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \text{ e } S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{N - 1}}$$

N - 9 (nº de determinações efetuadas).

#### 10.2.5. Controle Geométrico

Os serviços executados devem ser aceitos à luz do controle geométrico desde que atendidas as seguintes condições:

- a) Quanto à largura da plataforma: não devem ser admitidos valores inferiores aos previstos no projeto;
- b) Quanto à espessura da camada acabada:

- A espessura média da camada deve ser determinada pela expressão:

$$\mu = \bar{x} - \frac{1,29 S}{\sqrt{N}}, \text{ em que } \bar{x} = \frac{\sum x}{N} \text{ e } S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{N - 1}}$$

- A espessura média determinada estatisticamente deve situar-se no intervalo de mais ou menos 5%, em relação à espessura prevista em projeto.
- Não devem ser tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de mais ou menos 10%, em relação à espessura prevista em projeto.
- Eventuais regiões, em que se constatarem deficiências de espessura, devem ser objeto de amostragem complementar através de novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, devem ser reforçadas, às expensas da Executante.



### **10.2.6. Acabamento**

O serviço deve ser aceito, sob o ponto de vista de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) As juntas executadas apresentem-se homogêneas em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências;
- b) A superfície apresente-se desempenada, sem marcas indesejáveis do equipamento de compressão, nem ondulações decorrentes de variações na carga da vibro acabadora.

## **11. MEDIÇÃO**

O serviço de concreto betuminoso usinado a quente, executado e recebido na forma descrita, deve ser medido pela determinação do volume de mistura aplicada e compactada, expresso em metros cúbicos.

No cálculo dos volumes, obedecidas às tolerâncias especificadas, deve ser considerada a espessura média ( $\bar{x}$ ) calculada.

Quando  $\bar{x}$  for inferior à espessura do projeto, deve ser considerado o valor de  $\bar{x}$ , e quando for superior deve ser considerada a espessura do projeto.

## **12. PAGAMENTO**

O pagamento deve ser feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representará a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão de obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

## **13. TEMPO E TEMPERATURA PARA REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS**

Os serviços acima descritos somente ocorrerão quando a temperatura ambiente for superior a 15° centígrados e com tempo não chuvoso.

## **14. ENSAIOS**

**Todos os ensaios correrão por conta da empresa contratada, devendo ser apresentada a municipalidade os originais dos mesmos.**

Bastos, 18 de maio de 2022

---

**SÉRGIO MASAO HOSSOYA**  
Eng° Civil - Crea/SP 5061329667

---

**MANOEL IRONIDES ROSA**  
Prefeito Municipal