

**MEMORIAL DESCRITIVO – CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE
(CBUQ)**

OBRA: Recapeamento asfáltico de vias públicas.

1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. Dados do projeto

Área de Recapeamento..... 3.927,54 m²

1.2. Responsabilidade e Garantia

- a) A Contratada caberá inteira responsabilidade pela resistência e estabilidade dos trabalhos e serem executados, bem como por quaisquer danos causados a contratante.
- b) A Contratada se obriga a responder, integral e exclusivamente, pelos danos que por ventura as obras venham a causar a terceiros, quer os resultantes de atos ou fatos dos empregados, operários, terceiros ou subempreiteiros, inclusive a violação de patentes, as infrações de trânsito ou de leis e regulamentos, cabendo-lhes promover a sua custa a defesa das intimações que venha a ser recebidas.
- c) A contratada deverá fornecer ART - Anotação de Responsabilidade Técnica, devidamente preenchida e recolhida.
- d) Segurança e Higiene do Trabalho.

Os serviços obedecerão ao disposto no Decreto Lei n. ° 229 de 26 de fevereiro de 1.967 (Consolidação das Leis do Trabalho) e legislação vigente.

1.3. Entrega da Obra

- a) A obra deverá ser entregue 90 dias conforme prazo especificado no convênio firmado e a partir da emissão da ordem de serviço.
- b) Quando as obras e serviços contratados ficarem inteiramente concluídos, de perfeito acordo com o Contrato, será lavrado um termo de Recebimento Provisório, que será passado em 3 vias de igual teor, todas assinadas por um representante da Prefeitura e pela Contratada.
- c) O recebimento provisório só poderá ocorrer após satisfeitas as seguintes condições:
 - Realização de todos às medições da obra, inclusive aquelas referentes a acréscimo e modificações.
 - Será global, isto é, será referente a todas as obras e serviços do contrato.
 - Este termo de Recebimento deverá conter formal declaração de que a responsabilidade da Contratada, e de 5(cinco) anos na forma da Legislação pertinente.
- d) O pagamento deverá ser feito por medição nas condições estabelecidas em convênio, isto é o recebimento se dará apenas após repasse do recurso do agente concedente.

ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS: IMPRIMAÇÕES BETUMINOSAS

1. Descrição.

1.1. Os serviços aos quais se refere o presente consiste no fornecimento, carga, transporte e descarga do material betuminoso, eventualmente de melhorador de adesividade, mão-de-obra e os equipamentos necessários à execução e controle de qualidade de imprimações betuminosas de diversos tipos, de conformidade com a norma apresentada a seguir e detalhes executivos contidos no projeto ou em instruções da fiscalização.

1.2. Tipos de imprimações

- a) Ligante, consiste na aplicação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície de uma camada de pavimento, antes da execução de um revestimento betuminoso, objetivando; promover a aderência entre este revestimento e a camada imprimida.

Deve ser executada com materiais que possuem, alta viscosidade, na temperatura de aplicação e cura ou ruptura rápida.

2. Materiais

Todas as especificações de materiais e normas de ensaios, exceto as explícitas nesta especificação devem satisfazer as preconizadas pelo DER/SP.

2.1. Materiais para imprimação ligante:

Poderão ser empregados:

- Emulsões betuminosas catiônicas, tipo RR-IC, RR-2C, RM-IC e RM-2C satisfazendo as exigências contidas nas normas do DER/SP;*
- Outros materiais, desde que autorizados pela fiscalização temperatura de aplicação deverá ser escolhida de modo a ser obtida viscosidade Saybolt-Furol entre 25 e 100 segundos.*

2.3. Taxas de aplicações:

Para fins de aplicação admitir-se-á o consumo de materiais indicados no quadro a seguir:

| TIPO DE IMPRIMIÇÃO | QUANTIDADES (L/M ²) |
|--------------------|---------------------------------|
| Ligante | 0,4 a 0,6 |

3. Equipamento:

O equipamento deverá ser capaz de executar os serviços especificados nesta norma dentro dos prazos fixados no cronograma contratual e deverá compreender.

- Recipientes para armazenamento de material betuminoso, no caso de asfaltos diluídos os recipientes devem ser equipados com dispositivos para aquecimento e instalados de modo a evitar a entrada de água;
- Equipamento de limpeza constituído em vassouras manuais e mecânicas e equipamentos capazes de produzir jatos de ar e de água;
- Distribuidores de material betuminoso, com sistema de aquecimento, bomba de pressão regulável, barra de distribuição com circulação plena e dispositivos para regulagem horizontal e vertical, bicos de distribuição calibrados para aspersão em leque, tacômetro, manômetros de fácil leitura, mangueira de operação manual para aspersão em lugares inacessíveis à barra;

- d) Pequenas ferramentas e utensílios tais como: reguladores tipo “bico de pato” e comum bandejas.
- e) Equipamentos de laboratório para o controle tecnológico de recebimento da camada. Se o equipamento não satisfazer as condições mínimas para sua utilização, será rejeitado pela fiscalização.

Outros equipamentos a critério da fiscalização poderão ser utilizados, desde que aprovados pela mesma.

4. Execução

4.1. Serviços preliminares:

Os serviços topográficos serão executados pelo empreiteiro e verificados pela fiscalização.

Antes de iniciar a distribuição do material betuminoso, o empreiteiro deverá providenciar o que for necessário, para evitar que o material espargido atinja o que for necessário, para evitar que o material espargido atinja guias, sarjetas, guarda-rodas, calçadas, guarda-corpos.

4.2. Limpeza de superfície.

A superfície sobre a qual será executada a imprimação deverá ser varrida com vassouras manuais ou mecânicas, de modo a remover materiais estranhos, tais como solos, poeira e materiais orgânicos, se ainda existir poeira após a varredura, a limpeza deverá prosseguir com jatos de ar ou de água desde que não existam fendas ou depressões capazes de recolher e reter a água utilizada. Por esse motivo, a fiscalização deverá ser consultada sobre o procedimento a adotar.

4.3. Condições atmosféricas:

A aplicação do material betuminoso não deverá ser executada, quando as condições atmosféricas reinantes forem desfavoráveis.

4.4. Regulagem da barra de distribuição:

Antes de iniciar a distribuição do material betuminoso, deverão ser medidas e comparadas entre si, às vazões dos bicos de barra de distribuição.

Recomenda-se o emprego de caixas metálicas de base retangular e cerca de 15 cm de altura. O comprimento das caixas será igual à distância entre os bicos. A largura será de cerca de 30 cm.

Serão utilizadas tantas caixas quanto forem os bicos. A barra será fixada na altura provável de operação normal. As caixas serão apoiadas no solo e encostadas umas às outras, de modo que os centros coincidam com as verticais que passam pelos bicos.

O material betuminoso será espargido sobre as caixas até que na caixa mais cheia, atinja uma altura de cerca de 10 cm. Medem-se as alturas de material betuminoso em todas as caixas. Calcula-se a média aritmética das alturas das medidas. Substituem-se os bicos responsáveis pelo enchimento das caixas nas quais forem medidas alturas que difiram de mais de 10%, para mais ou menos, de altura média calculada. Repete-se o teste com os novos bicos e proceda-se da forma descrita, até que se obtenha um conjunto de bicos que satisfaça a condição de uniformidade de aspersão acima estabelecida. A critério do empreiteiro, as caixas poderão ser subdivididas em compartimentos iguais e estanques, de modo a facilitar a identificação dos bicos responsáveis pelas desuniformidades de distribuição.

4.5. Aquecimento do material betuminoso:

A distribuição do material betuminoso não poderá ser iniciada enquanto não for atingida e mantida, no material existente no veículo distribuidor a temperatura necessária à obtenção da viscosidade adequada à distribuição.

4.6. Distribuição:

O veículo distribuidor deverá percorrer a extensão a ser imprimida em velocidade uniforme, segundo trajetória equidistante do eixo da pista. O tacômetro, os manômetros e os termômetros deverão estar em perfeitas condições de funcionamento. Os operadores do veículo e da barra de distribuição deverão estar devidamente treinados.

A distribuição será executada com a mangueira de operação manual sempre que a superfície a imprimir, em virtude da sua forma (trechos de largura variável) ou de suas dimensões, não permitir a utilização da barra de distribuição. Nas fendas a aplicação será executada com o regador tipo "bico de pato".

4.7. Proteção dos serviços:

Durante todo o tempo necessário às operações construtivas, à cura ou ruptura do material betuminoso e até o recobrimento da imprimação com outra camada de pavimento, os serviços executados ou em execução deverão ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

4.8. Abertura ao trânsito:

As imprimações impermeabilizantes e ligantes não deverão ser submetidas à ação direta das cargas e da abrasão do trânsito. No entanto, a fiscalização poderá, a seu critério e excepcionalmente, autorizar o trânsito sobre:

- a) Imprimação ligante, em locais de cruzamento com outras vias, desde que a imprimação, seja coberta por espessa camada de areia, capaz de evitar a afloramento e a conseqüente remoção do material ligante.

5. Controle:

5.1. Controle tecnológico dos materiais:

Controle da qualidade dos materiais betuminosos consistindo na realização de um conjunto dos ensaios previsto na especificação correspondente, para cada entrega de material.

5.2. Controle de execução:

Controle de quantidade de material aplicado consistindo na determinação e no registro das taxas de aplicação dos materiais betuminosos (L/m^2).

As quantidades de aplicações poderão ser determinadas:

- a) Pesando o veículo distribuidor, antes e depois da aplicação;
- b) Determinação da quantidade de material consumida, por intermédio da diferença da leitura em litros, que acompanha o veículo distribuidor;
- c) Pelo método da bandeja que deve ser utilizado somente nos locais em que a distribuição do material se realizou com a barra espargidora.

As operações de controle serão executadas pelo empreiteiro e assistidas pela fiscalização, sendo repetidas quando necessário.

5.3. Controle de recebimento:

As imprimações dos diversos tipos, executados de conformidade com as especificações contidas nesta norma e no projeto, serão recebidas no que diz respeito à distribuição e ao alinhamento, se:

- a) Não existir falhas nem diferenças de taxas de aplicações, relativamente às especificados maiores que $0,1 L/m^2$
- b) Não forem encontradas semi-larguras menores que as de projeto.

6. Critérios de medição e pagamento:

6.1. Medição:

Os serviços recebidos serão medidos em metros quadrados de imprimação de cada um dos tipos previstos.

As áreas de imprimação serão calculadas com base no estaqueamento e nas larguras indicadas no projeto, obtidas por levantamento topográfico ou triangulação.

6.2. Pagamento:

O pagamento será feito, após a aceitação da medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representarão a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

1. Descrição:

1.1. Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte, descarga e usinagem de materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários à execução e ao controle de qualidade de camada de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ).

1.2. Concreto betuminoso usinado a quente é uma mistura betuminosa executada na usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

De acordo com a posição e a função na estrutura a mistura de concreto betuminoso deverá atender a características especiais em sua formulação, recebendo geralmente as seguintes designações:

- * Camada de rolamento ou simplesmente camada superior da estrutura destinada a receber a ação do tráfego. A mistura empregada deverá apresentar estabilidade e flexibilidade compatíveis com o funcionamento elástico da estrutura e condições climáticas e geométricas adversas.
- * Camada de ligação ou "binder", ou seja, camada posicionada logo abaixo da camada de rolamento. Apresenta, em relação à camada de rolamento, diferença de comportamento, decorrente do emprego de agregado de maior diâmetro máximo, existência de maior porcentagem de vazios, menor consumo de ligante.
- * Camada de nivelamento ou "reperfilagem", ou seja, camada executada com massa asfáltica de graduação fina, com função de corrigir deformações ocorrentes na superfície de um antigo revestimento e, simultaneamente, promover a selagem de fissuras existentes.

2. Materiais:

Todas as especificações de materiais e normas de ensaios, necessários a execução da camada de CBUQ exceto as explicitas nesta especificação, devem satisfazer preconizadas pelo DER/SP.

2.1. Materiais asfálticos:

É recomendado o emprego de cimento asfáltico de petróleo do tipo CAP-20 e, excepcionalmente CAP-50 desde autorizado pela fiscalização, atendendo a especificação do DER/SP. O emprego de outros tipos de cimentos asfálticos especificados pela ABNT poderão ser admitidos, desde que tecnicamente justificados e sob a devida aprovação da fiscalização.

2.2. Agregados:

2.2.1 - Agregado graúdo:

O agregado graúdo, assim considerado o retido na peneira 4,8 mm (n. ° 4) será constituído pôr pedra britada apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

- Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89-64), os agregados deverão apresentar perdas inferiores a 12%;
- Para o agregado retido na peneira de 2,0 mm (n. ° 10), a porcentagem de desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles não deverá ser superior a 40%;
- A porcentagem de grãos de forma lamelar, obtida nas amostras de ensaios não poderá ser superior a 20% e a determinação de forma lamelar dos grãos é feita conforme a fórmula abaixo:

$$I + 1,25 \geq 6e;$$

Onde:

I = maior dimensão de grãos;

e = afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar retido o grão;

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

- d) A porcentagem de grãos defeituosos (conchoidais, de alteração de rocha, esféricos, etc.), não deverá ser superior a 5%.

2.2.2 – Agregado miúdo:

O agregado miúdo, assim considerado o que passa na peneira de 4,8 mm (n. ° 4) será constituído pôr areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deverão ser atendidos ainda, os seguintes requisitos:

- Quando submetidas à avaliação de durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89-64), os agregados deverão apresentar perdas inferiores a 15%;
- O equivalente de areia (DNER-ME 54-63) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deverá ser igual ou superior a 55%;
- É vedado o emprego de areia proveniente de depósitos em barrancas de rios.

2.2.3 – Material de enchimento (“Filler”):

O material de enchimento deverá ser constituído pôr cimento Portland, cal extinta, pós calcários ou cinzas volantes. Quando da aplicação, o “filler” deverá estar seco e isento de grumos. A granulométrica a ser atendida deverá obedecer aos seguintes limites:

| PENEIRAS | %PASSANDO, EM PESO |
|-------------------------|--------------------|
| 0,420 mm (n°40) | 100 |
| 0,175 mm (n°80) | 95-100 |
| 0,075 mm (n°200) | 65-100 |

2.2.4 – Melhorador de adesividade:

A necessidade do emprego de melhorador de adesividade deverá ser avaliada através de ensaio de adesividade (DER/SP).

2.3. Composição da mistura:

A faixa granulométrica a ser utilizada deverá ser selecionada em função da utilização prevista para o concreto betuminoso.

Caso a mistura betuminosa seja utilizada com funções de camada de rolamento, especial atenção deverá ser conferida á seleção da granulométrica de projeto, tendo em vista a obtenção de uma rugosidade que assegure adequadas condições de segurança ao tráfego de veículos.

A composição da mistura deverá satisfazer aos requisitos do quadro a seguir:

CAMADAS DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

QUADRO I:

| PENEIRA (DER/SP) | | PORCENTAGEM, EM PESO, QUE PASSA | | | | | |
|--------------------------------|--------|---------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| | | I | II | III | IV | V | VI |
| 50 mm | (2") | 100 | | | | | |
| 38 mm | (1 ½") | 95-100 | 100 | | | | |
| 25 mm | (1") | 75-100 | 95-100 | | | | |
| 19 mm | (¾") | 60-90 | 80-100 | 100 | 100 | | |
| 12,50 mm | (½") | - | - | 80-100 | 88-100 | 100 | |
| 9,52 mm | (3/8") | 35-65 | 45-80 | 70-90 | 78-94 | 92-100 | 100 |
| 4,80 mm | Nº 4 | 25-50 | 28-60 | 50-70 | 60-80 | 74-90 | 75-100 |
| 2,38 mm | Nº 8 | - | - | 34-54 | 46-40 | 60-80 | - |
| 2,00 mm | Nº 10 | 20-40 | 20-45 | - | - | - | 50-90 |
| 0,42 mm | Nº 40 | 10-30 | 10-32 | 14-26 | 20-35 | 30-50 | 20-50 |
| 0,175 mm | Nº 80 | 5-20 | 8-20 | 9-18 | 12-24 | 16-12 | 7-28 |
| 0,075 mm | Nº 200 | 1-8 | 3-8 | 5-10 | 6-12 | 6-12 | 3-10 |
| Utilização como: | | Ligação | Ligação Rolam. | Rolamento | | | Reperfilagem |
| Tipo de Tráfego (DER/SP) | | Qualquer | | Pesado e M. Pesad. | Médio e Leve | Muito Leve | Qualquer |
| Asfalto Solúvel no CS 2 (%) | | 3,5 a 5,0 | 4,0 a 5,0 | 4,5 a 6,5 | 5,0 a 7,0 | 5,5 a 7,5 | 4,5 a 7,0 |
| Espessura compactada (cm) | | 4,0 a 6,0 | | 3,0 a 5,0 | | | 1,0 a 2,5 |

Deverão ser obedecidos, ainda os seguintes requisitos:

- A espessura da camada compactada, a ser executada de uma única vez, deverá situar-se entre 1,5 a 2,5 vezes o diâmetro máximo da mistura de agregados;
- A fração retida entre duas peneiras consecutivas com das duas de maior malha de cada faixa, não deverá ser inferior a 1% do total;
- As granulométricas dos agregados miúdos (fração de 2,0 mm) deverão ser obtidas pôr ‘via lavada’;
- Pelo menos 50% do material passando na peneira 0,074 mm (n. ° 200). Deverá ser constituída de “filler”, no caso de mistura para a camada de rolamento e de reperfilagem;
- As condições obtidas no ensaio “Marshal” (DER/SP) para a estabilidade, fluência, porcentagem de vazios e relação betume-vazios (%), deverão atender aos seguintes limites:

| Item | Trafego (DER/SP) | |
|------------------------------------|---|---|
| | Muito Leve e Leve (N típico: 4 5 10 e 10) | Médio, Pesado e Muito Pesado (N típico: 6 10) |
| Nº de golpes/face | 50 | 75 |
| Estabilidade (Kgl) | 400-1000 | 750-1500 |
| Fluência (0,01") | 8 a 18 | 8 a 16 |
| % de Vazios Totais: | | |
| * Reperfilagem | 3 | 5 |
| * “Binder” | 4 | 7 |
| * Capa | 3 | 5 |
| *Relação Betume/Vazios (%): | | |
| * Reperfilagem | 75 | 82 |
| * “Binder” | 65 | 72 |
| * Capa | 75 | 82 |

Valores de estabilidade superiores ao limite máximo aqui estabelecido poderão ser admitidos, desde que a compatibilidade elástica da estrutura, verificada de análise mecânica, não seja comprometida.

Nos casos da utilização de misturas betuminosas para camada de rolamento e de reperfilagem (faixas III, IV, V e VI), os vazios do agregado mineral (% VAM) deverão atender nos seguintes, valores definidos em função do diâmetro do agregado empregado:

| DIÂMETRO MÁXIMO | % VAM MÍNIMO |
|-----------------|--------------|
| 38 mm (1 ½") | 13 |
| 25 mm (1") | 14 |
| 19 mm (¾") | 15 |
| 16 mm (5/8") | 15 |

3. Equipamentos:

Todo equipamento deverá ser inspecionado pela fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. Caso necessário, a fiscalização poderá exigir a vistoria do equipamento pôr engenheiro mecânico ou técnico qualificado.

3.1 – Depósito de cimento asfáltico:

Os depósitos de cimento asfáltico deverão ser capazes de aquecer o material, conforme exigências técnicas estabelecidas, atendendo aos seguintes requisitos;

- O aquecimento deverá ser efetuado pôr meio de serpentinas a vapor, óleo, eletricidade ou outros meios, de modo não haver contato direto de chamas com o depósito;
- O sistema de circulação do cimento asfáltico deverá 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 térmico, a fim de evitar perdas de calor;
- A capacidade dos depósitos de cimento asfáltico deverá ser suficiente para atendimento de, no mínimo, três dias de serviços.

3.2 – Depósitos para agregados (silos):

- Os silos deverão ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados, sendo vedada a utilização de silo bipartido com materiais de procedência ou características distintas;
- Cada compartimento deverá possuir dispositivos adequados de descarga, possíveis de regulagem;
- O sistema de alimentação deverá ser sincronizado, de tal forma a assegurar a adequada proporção dos agregados frios e a constância de alimentação;
- O material de enchimento ("filar") será armazenado em silo apropriado, conjugado, com dispositivos que permitam a sua dosagem;
- Em conjunto, a capacidade de armazenamento dos silos deverá ser, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador.

3.3 – Usinas para Misturas asfáltica:

- a) A usina utilizada deverá apresentar condições de garantia à constância de produção e produzir misturas asfáltica uniformes e de qualidade, devendo ser totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção;
- b) As usinas empregadas poderão ser gravimétricas, contínuas, drumixer ou outras que pôr ventura venha a ser fabricadas;
- c) No caso do uso de usinas gravimétricas as balanças utilizadas para pesagem de agregados e para pesagem do ligante asfáltico, devem apresentar precisões de 0,5%, quando aferidos através do emprego de massas-padrão. São necessários no mínimo, 10 pesos padrão, cada qual com 25Kg \pm 15 g;
- d) O sistema de coleta de pó deverá ser comprovadamente eficiente, a fim de minimizar os impactos ambientais. O material fino coletado deverá ser devolvido, no todo ou em parte, ao misturador;
- e) Especial atenção deverá ser conferida à segurança dos operadores da usina, particularmente no que tange à eficácia dos corrimãos das plataformas e escadas, à proteção de peças móveis e a de circulação dos equipamentos de alimentação de silos e transporte de mistura.

3.4 Caminhões para transporte da mistura

O transporte da mistura asfáltica deverá ser efetuado através de caminhões basculante, em perfeitas condições, com caçambas metálicas, providas de lona para proteção da mistura.

3.5. Equipamentos para distribuição:

- a) A distribuição da mistura asfáltica será normalmente através de acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura do alinhamento, cotas e abaulamento requeridos;
- b) A acabadora deverá ser preferencialmente equipada com esteiras metálicas para sua locomoção. O uso de acabadoras de pneus só será admitido se for comprovado que a qualidade do serviço é efetuada pôr variações na carga acabadora;
- c) A acabadora deverá possuir, ainda:
 - * Sistema composto pôr parafuso-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho;
 - * Sistema rápido e eficiente de direção além de marchas para frente e para trás;
 - * Alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidades na distribuição da massa.

3.6. Equipamentos para compressão:

- a) A compressão da mistura asfáltica será efetuada pela ação combinada de rolo pneumático e liso tandem, ambos autopropelidos;
- b) O rolo pneumático deverá ser dotado de dispositivos que permitam o controle da pressão interna dos pneus, na faixa de 35 a 120 psi. Seus pneus deverão ser uniformes, e perfeitamente alinhados a fim de se evitar pressões diferenciadas sobre a mistura a ser comprimida;

- c) O rolo compressor de rodas metálicas lisas tipo tandem deverá ter peso compatível com a espessura da camada;
- d) Em qualquer caso, os equipamentos utilizados deverão ser eficientes no que tange à obtenção das densidades, preconizadas para camada, no período em que a mistura se apresenta em condições de temperatura que lhe assegurem adequada trabalhabilidade.

3.7 Ferramentas e equipamentos acessórios e de laboratório:

Serão utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos e ferramentas:

- a) Soquetes mecânicos, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) Pás, garfos, rastelos, vassourões e ancinhos, para auxiliar as operações de execução dos serviços;
- c) Equipamentos de laboratório necessários para a execução do controle tecnológico de qualidade dos serviços.

4 - Execução:

4.1. Considerações gerais:

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicáveis à execução do CBUQ:

- a) No caso do uso de camada de rolamento esbelta (inferior a cinco cm) em pavimento cuja base é granular (brita graduada, macadame hidráulico, etc.), deverá ser executado um tratamento superficial simples de acordo com as especificações do DER/SP, sobre a base previamente impermeabilizada. Este tratamento visa melhorar as condições da interface da base com a camada de rolamento;
- b) Não será permitida a execução de serviços durante dias de chuva;
- c) A camada de rolamento deve ser confinada lateralmente pela borda superior biselada (chanfrada) da sarjeta, com a finalidade de evitar trincamento próximo à borda;
- d) No caso de desdobramento da espessura total de concreto betuminoso em duas camadas, a pintura de ligação entre estas poderá ser dispensada, se a execução da segunda camada ocorrer logo após a execução da primeira.

4.2. Preparo da superfície:

- a) A superfície que irá receber a camada de concreto betuminoso deverá apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais;
- b) Eventuais defeitos existentes deverão ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura;
- c) A pintura de ligação deverá apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência, quando da execução do concreto betuminoso. Se necessário, nova pintura de ligação deverá ser aplicada, previamente à distribuição da mistura.

4.3. Produção do concreto betuminoso

- a) O concreto betuminoso deverá ser produzido em usina apropriada que atenda aos requisitos apresentados no item 3.3 desta especificação. A usina deverá ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura;
- b) A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico empregado deverá ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante. A temperatura mais conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta viscosidade Saybolt-Furol na faixa de 75 a 95 segundos;
- c) Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 172° C.;
- d) A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deverá ser da ordem de 5° C. superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 177° C.;
- e) A produção do concreto betuminoso e a frota de transporte deverão assegurar a operação contínua da vibro acabadora.

4.4. Transporte do concreto betuminoso

- a) O concreto betuminoso produzido será transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões com caçambas metálicas;
- b) A aderência da mistura às chapas da caçamba será evitada mediante a aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água) ou água e sabão ou ainda pôr meio de pulverização de óleo diesel. Em qualquer caso, o excesso de solução deverá ser retirado, antes do carregamento da mistura, basculando-se a caçamba pôr um período mínimo de 5 minutos;
- c) As caçambas dos veículos serão cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação pôr poeira, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

4.5. Distribuição da mistura:

- a) A distribuição do pré-misturado a quente somente será permitida quando a temperatura ambiental se encontrar acima de 10° C., e com o tempo não chuvoso;
- b) A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deverá ser inferior a 135° C., sendo admitido, eventualmente, temperatura de 120° C., desde que não constante;
- c) Para o caso de emprego de concreto betuminoso como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deverá ser distribuída pôr uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificadas;
- d) Deverá ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora, a temperatura compatível com a massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento se destina exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia;
- e) Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas deverão ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento, desta efetuado pôr meio de ancinhos e/ou rastelos metálicos. Esta alternativa deverá ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço.

4.6. Compressão

- a) A compressão da mistura betuminosa terá início imediatamente após a distribuição da mesa;
- b) A fixação da temperatura de rolagem está condicionada à natureza da massa e às características do equipamento utilizado. Como norma geral deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente, em cada caso;
- c) A prática mais frequente de compactação de mistura betuminosas densas usinadas a quente, contempla o emprego combinado de rolo pneumático de pressão regulável e rolo metálico tandem de rodas lisas, de acordo com as seguintes premissas:
 - * Inicia-se a rolagem com o rolo pneumático atuando com baixa pressão;
 - * À medida que a mistura for sendo compactada, e com o conseqüente crescimento de sua resistência, seguem-se coberturas com incremento gradual da pressão do pneu;
 - * A compactação final será efetuada com rolo metálico tandem de rodas lisas, quando então a superfície da mistura deverá apresentar-se bem desempenada;
 - * O número de coberturas de cada equipamento será definido experimentalmente, de forma a se atingir as condições de densidade prevista, enquanto a mistura se apresentar com trabalhabilidade adequada.
- d) As coberturas dos equipamentos de compressão utilizados deverão atender às seguintes orientações gerais:
 - * A compressão será executada em faixas longitudinais, sendo sempre iniciadas pelo mais baixo da seção transversal, e progredindo no sentido do ponto mais alto;
 - * Em cada passada, o equipamento deverá recobrir, ao menos, metade da largura rolada na passada anterior.
- e) As espessuras máximas de cada camada individual, após compressão, deverão ser definidas na obra pela fiscalização, em função das características de trabalhabilidade da mistura e da eficiência do processo de compressão, porém nunca deverão ser superiores a 7,5 cm, e nem inferior a 3,0 cm.

4.1. Juntas:

Este item deve ser desdobrado em juntas longitudinais e transversais:

4.7.1 Juntas longitudinais:

Deverão preferencialmente, serem executadas a quente. Na impossibilidade de sua execução a quente, deverá ser efetuado o desborcionamento através de corte com serra diamantada, ou outro equipamento equivalente, numa largura mínima de 15 cm, de modo a propiciar face vertical, para ancoragem da faixa contínua.

4.7.2 Juntas transversais:

Para a execução das juntas transversais deverá ser efetuado o corte transversal da faixa anteriormente executada, com recuo mínimo de 1,0 metro, através da utilização da serra diamantada, ou outro, equipamento equivalente, de modo a propiciar face vertical para ancoragem da faixa contínua.

4.2. Abertura ao tráfego:

A camada de concreto betuminoso recém-acabada somente será liberada ao tráfego após seu completo resfriamento.

5. Controle:

5.1. Controle tecnológico de materiais:

Este controle abrange os ensaios e determinações para verificar se as condições dos materiais, exigidos no projeto, estão sendo atendidos.

5.1.1 Cimento asfáltico:

- a) Para todo o carregamento que chegar á obra, serão realizados os seguintes ensaios:
 - ✱ Um ensaio de viscosidade absoluta;
 - ✱ Um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol;
 - ✱ Um ensaio de ponto de fulgor;
 - ✱ Aquecimento do ligante a 175° C., para observar se há formação de espuma.
- b) Para os três primeiros carregamentos, e posteriormente a cada dez carregamentos, serão executados ensaios de viscosidade Saybolt-Furol, a várias temperaturas (no mínimo três valores), que permitam o traçado da curva "viscosidade – temperatura" (sugerem-se os seguintes valores: 120° C., 145° C. e 177° C);
- c) Para cada conjunto de vinte carregamentos, será coletada uma amostra do cimento asfáltico utilizado, para execução de ensaios completos, previstos na especificação do DER/SP.

5.1.2 – Agregados e "Filler":

- a) Diariamente será feita inspeção à britagem e aos depósitos, visando garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e outras contaminações prejudiciais;
- b) Quando se constatar alterações mineralógicas (visual) na bancada da pedra em exploração, e no mínimo uma vez pôr mês, deverão ser executados:
 - ✱ Três ensaios de abrasão Los Angeles;
 - ✱ Três ensaios de durabilidade;
 - ✱ Três ensaios de adesividade.
- c) Diariamente serão realizados dois ensaios de granulométrica de casa agregado empregado, e um ensaio de equivalente de areia, para a fração da mistura de agregados que passa na peneira de malha 0,42 mm;

- d) Caso a usina seja gravimétrica, serão realizados, ainda, para amostras de agregados coletados nos silos quentes, dois ensaios de granulométrica pôr "via lavada", pôr dia de trabalho;
- e) O controle do "filler" envolverá a realização de ensaio de granulométrica., a cada três dias de trabalho;
- f) Serão realizados, para amostras da mistura de agregados, coletados na correia transportadora imediatamente anterior a entrada do tambor secador, dois ensaios de granulométrica pôr "via lavada", pôr dia de trabalho, em se tratando de usinas contínuas ou drum-mixer.

5.1.3 – Melhorador de adesividade:

A eficácia do melhorador de adesividade, quando utilizado, deverá ser verificada pela execução de três ensaios de adesividade (DER/SP), no início da obra e sempre que forem constadas mudanças no agregado.

5.2. Controle de execução

5.2.1 – Controle de temperatura:

- a) Em se tratando de usina gravimétrica o controle de temperatura, durante a produção de massa, compreenderá a leitura de temperatura, envolvendo:
 - * Agregado nos silos quentes;
 - * Cimento asfáltico, nos caminhões carregados na usina.
- b) O controle de temperatura, na pista, envolverá a leitura de temperatura:
 - * Em cada caminhão que chega à pista;
 - * Na massa asfáltica distribuída, no momento do espalhamento e no início da compressão.

5.2.2 – Controle de qualidade de ligante e da graduação da mistura dos agregados:

Para cada 200 t de massa, e ao menos uma vez pôr dia de trabalho. Será coletada, imediatamente após a passagem da acabadora, uma amostra da amostra distribuída. Cada amostra será submetida aos seguintes ensaios:

- a) Extração de betume (DNER ME-55-63) ou, preferencialmente, ensaio de extração pôr refluxo "Soxhlet" de 1.000 ml);
- b) A análise granulométrica da mistura de agregados resultante das extrações (DER/SP), e com amostras representativas de um mínimo 1000 g.

5.2.3 – Controle das características de estabilidade e fluência da mistura:

- a) Para cada 400 t de massa, e ao menos duas vezes pôr dia de trabalho, será coletada no mesmo local das amostras referidas no item 5.2.2, uma amostra da mistura distribuída, com a qual serão moldados três corpos de prova Marshall, com a energia de compactação especificada;
- b) Cada corpo de prova será submetido a rompimento na prensa Marshall, determinando-se a estabilidade e a fluência.

5.2.4 – Controle da compressão da mistura:

- a) A cada 400 m² de massa compactada, será obtida uma amostra indeformada extraída com sonda rotativa (D = 4”), em local correspondente, aproximadamente, a trilha de roda externa. Um destes pontos deverá, necessariamente, coincidir com o ponto de coleta da amostra para extração de betume e moldagem de corpos de prova Marshall. Para cada trecho deverão ser obtidas, no mínimo, três amostras indeformadas;
- b) De cada amostra extraída com sonda rotativa, será determinada a respectiva massa específica aparente (DER/SP);
- c) Comparando-se os valores obtidos para as massas específicas aparentes dos corpos de provas extraídos com sonda rotativa e massa específica da dosagem, serão determinados os correspondentes graus de compactação;
- d) Serão calculadas as condições de vazios da mistura (% de vazios totais, % de vazios do agregado mineral e relação betume-vazios), para cada amostra extraída com sonda rotativa.

5.2.5 Controle e de acabamento:

5.2.5.1 Controle de espessura:

A espessura da camada de concreto betuminoso será avaliada nos corpos de prova extraída com sonda rotativa, ou pelo nivelamento da seção transversal, antes e depois do espalhamento da mistura a cada 20 m. Neste último caso serão nivelados cinco pontos para as camadas de rolamento ou “binder” (eixo, bordos e trilhas de rodas).

5.2.5.2 Controle de acabamento de superfície:

As condições de acabamento da superfície serão apreciadas pela fiscalização, em bases visuais, em particular, serão avaliadas as condições de desempenho da camada, a qualidade de juntas executadas e a inexistência de marcas decorrentes de má quantidade da distribuição e/ou da compressão inadequada.

5.3. Controle do recebimento:

5.3.1. Recebimento com base no controle tecnológico dos materiais:

5.3.1.1 Cimento asfáltico:

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

- a) Os valores da viscosidade, e ponto de fulgor, estejam de acordo com os valores especificados pelo DER/SP;
- b) O material não produza espuma, quando aquecido a 175° C;
- c) Para cada conjunto de vinte carregamentos, os resultados dos ensaios de controle de qualidade do CAP, previsto na especificação do DER/SP, sejam julgados satisfatórios.

5.3.1.2. Agregados e “filler”:

O agregado graúdo, o agregado miúdo e o "filler" utilizados serão aceitos, desde que atendidos as seguintes condições:

- O agregado miúdo atenda os resultados do item 2.2.1. desta especificação no. Que tange à abrasão Los Angeles, durabilidade e porcentagem de grãos defeituosos;
- O agregado miúdo atenda aos requisitos do item 2.2.2 desta especificação no que se refere aos ensaios de equivalente de areia e durabilidade;
- O "filler" apresentar-se seco, sem grumos, e enquadrado na granulométrica especificada;
- As variações ocorridas nas granulométricas, com amostras coletadas nos silos quentes estejam contidas dentro dos limites especificados.

5.3.1.3. Melhorador de adesividade:

- O melhorador de adesividade, quando utilizado, deverá produzir "adesividade satisfatória", no ensaio de acordo com o método DER/SP;
- A quantidade, a forma de incorporação ao cimento asfáltico e o tempo de circulação deverão estar de acordo com os critérios estabelecidos pela fiscalização;
- O tempo de circulação do asfalto, para dispersão do melhorador de adesividade não deverá ser inferior há uma hora podendo este atender-se assim for necessário. O período para o uso do CAP dopado de, no máximo 7 dias.

5.3.2 Recebimento com base no controle de execução:

5.3.2.1. Temperaturas:

- A produção de mistura betuminosa será aceita, com vista ao controle de temperatura, se:
 - * As temperaturas medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico, efetuado 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 do processo de produção, providenciando-se os necessários ajustes;
 - * Temperaturas dos cimentos asfálticos superiores a 172° C. ou dos agregados superiores a 177° C., implicam na rejeição da massa produzida;
 - * Temperatura de cimentos asfálticos inferiores a 120° C., ou dos agregados inferiores a 125° C., igualmente implicam na condenação do "traço" produzido.
- A massa asfáltica chegada à pista será aceita, sob o ponto de vista de temperatura, se:
 - * A temperatura medida no caminhão não for menor do que o limite inferior da faixa de temperatura prevista para a mistura na usina, menos 15° C., e nunca inferior a 120° C.;
 - * A temperatura de massa, no decorrer da rolagem, propicie adequadas condições de compressão tendo em vista o equipamento utilizado, e o grau de compactação objetivado.

5.3.2.2. Quantidade de ligante e graduação da mistura de agregado:

- a) A quantidade de cimento asfáltico obtida pelo ensaio de extração utilizada, em amostras individuais, não deverá variar, em relação ao teor ótimo do projeto, de mais do que 0,3%, para conjuntos de nove valores individuais, não deverá, no entanto, ser inferior ao teor de projeto;
- b) Durante a produção, a granulométrica da mistura poderá sofrer variações à curva de projeto, respeitadas as seguintes tolerâncias e os limites da faixa granulométrica adotada:

| Peneira de Malhas Quadradas | % Passando, em Peso |
|-------------------------------------|----------------------------|
| 9,5 a 38 mm (3/8 a 1 ½") | ± 7 |
| 0,42 a 4,8 mm (nº 40 a nº 4) | ± 5 |
| 0,175 mm (nº 80) | ± 3 |
| 0,075 mm (nº 200) | ± 2 |

5.3.2.3. Características Marshall da mistura:

- a) Os valores de porcentagem de vazios, vazios do agregado mineral, relação betume-vazios, estabilidade e fluência Marshall, deverão atender ao prescrito no item 2.3., (linha e);
- b) A eventual ocorrência de valores que não atendam ao especificado poderá resultar na não aceitação do serviço. As falhas ocorrentes deverão ser corrigidas mediante ajustes racionais na formulação do traço e/ou no processo executivo.

5.3.2.4. Compressão;

No que diz respeito ao grau de compactação haverá aceitação, se:

- a) Não for obtido nenhum valor inferior a 95%;
- b) For satisfeita a relação seguinte:

$$X-K.S \geq 95\%$$

onde:

$$X = \frac{\sum X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X)^2}{N - 1}}$$

Sendo:

N=número de elementos de amostra;

Xi=valores individuais da amostra;

K=coeficiente indicado na tabela valor de coeficiente "K" para controle do grau de compactação (quadro abaixo).

5.3.3. Recebimento com base no controle geométrico:

Os serviços executados serão aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atenda as seguintes condições:

a) Quanto à espessura da camada acabada:

- * A espessura média determinada estaticamente deverá situar-se no intervalo de $\pm 5\%$, em relação à espessura prevista em projeto no caso de pavimentos novos e $\pm 10\%$ em serviços de recapeamento;
- * A determinação estatística da espessura média da camada é efetuada pela seguinte expressão:

$$e = X - \frac{K.S}{N}$$

Onde:

N

$$\sum X_i$$

$$X = \frac{I}{N}$$

$$\sum (X_i - X)^2$$

$$S = \sqrt{\frac{I}{(N-1)}}$$

Sendo:

N=número de determinações efetuadas;

K=coeficiente indicado na tabela valor de coeficiente "K" para controle estatístico da espessura da camada (quadro abaixo);

S=desvio padrão.

Não serão tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto;

- b) Eventuais regiões em que se constate deficiência de espessura serão objeto de amostragem complementar, através de novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, deverão ser reforçadas, a expensas da executante.

5.3.4. Aceitação do acabamento:

O serviço será aceito sob o ponto de vista de acabamento, desde que atendidas as seguintes condições;

- a) As juntas executadas apresentam-se homogêneas em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e saliências;
- b) A superfície apresenta-se desempenada, não ocorrendo:
- * Marcas indesejáveis do equipamento de compressão;
 - * Ondulações decorrentes de variações carga vibro acabadora.

6 - Critérios de medição e pagamentos:

6.1. Medição

A medição do serviço de concreto betuminoso executado e recebido na forma descrita será medido e pago por volume de mistura aplicada expressa em metro cúbico, para qualquer uma das camadas, ou seja, de rolamento, camada de ligação ou de nivelamento.

6.2. Pagamento

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

**VALOR DO COEFICIENTE "K" PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DO
GRAU DE COMPACTAÇÃO:**

| N | K | N | K | N | K |
|---|------|----|------|-----|------|
| 3 | 1,05 | 10 | 0,77 | 30 | 0,66 |
| 4 | 0,95 | 12 | 0,75 | 40 | 0,64 |
| 5 | 0,89 | 14 | 0,73 | 50 | 0,63 |
| 6 | 0,85 | 16 | 0,71 | 100 | 0,60 |
| 7 | 0,82 | 18 | 0,70 | "- | 0,52 |
| 8 | 0,80 | 20 | 0,69 | "- | "- |
| 9 | 0,78 | 25 | 0,67 | "- | "- |

Condição necessária:

$$X \cdot K \cdot S = L$$

onde:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - X)^2}{N - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{I}{N - 1}}$$

sendo:

N=número de elementos de amostra;

Xi=valores individuais da amostra;

L=valor limite especificado na mesma.

**VALOR DO COEFICIENTE "K" PARA CONTROLE ESTATÍSTICO DA
 ESPESSURA DA CAMADA:**

| N | K | N | K | N | K |
|---|------|----|------|-----|------|
| 3 | 1,88 | 10 | 1,38 | 30 | 1,31 |
| 4 | 1,63 | 12 | 1,36 | 40 | 1,29 |
| 5 | 1,53 | 14 | 1,35 | 50 | 1,28 |
| 6 | 1,47 | 16 | 1,34 | 100 | 1,28 |
| 7 | 1,44 | 18 | 1,33 | "- | 1,28 |
| 8 | 1,41 | 20 | 1,33 | "- | "- |
| 9 | 1,40 | 25 | 1,32 | "- | "- |

Condição necessária:

$$e = X - \frac{K.S}{N}$$

onde:

N

$$\sum Xi$$

$$X = \frac{I}{N}$$

$$N$$
$$\sum (X_i - X)^2$$
$$S = \sqrt{\frac{I}{(N-1)}}$$

Sendo:

N=número de elementos de amostra;

X_i=valores individuais da amostra;

e=valor limite especificado na amostra;

S=desvio padrão.

7.0 Proteção dos Serviços

Durante todo o tempo que durar a execução de um pavimento até o seu recebimento pela fiscalização, os materiais e os serviços executados ou em execução deverão ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.