

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Estas Especificações Técnicas têm por finalidade definir, de modo geral, os serviços e materiais necessários à execução da obra de Execução de pavimentação de vias urbanas do Município de Manicoré/Am.

A obra será executada obedecendo a todas, as prescrições contidas nas Normas Técnicas, Especificações e Métodos de Ensino da *ABNT*.

Será obrigação da **CONTRATADA**, responsável pela execução, manter na obra os equipamentos, ferramentas, apetrechos, transporte e equipe de trabalho, necessários e suficientes, a fim de permitir o bom andamento dos serviços, dentro do prazo determinado para a execução da obra.

Serão impugnados pela **FISCALIZAÇÃO**, todos os trabalhos que não satisfaçam as condições contratuais.

A **CONTRATADA** será obrigada a refazer todos os trabalhos rejeitados pela **FISCALIZAÇÃO** após o recebimento da Ordem de Serviço, ficando por sua conta, as despesas decorrentes desses serviços.

SUPERVISÃO E ADMINISTRAÇÃO DA OBRA

A **CONTRATADA**, tão logo receba a Ordem de Serviço expedida pela **CONTRATANTE**, apresentará formalmente a equipe de condução da obra.

Tendo esta, amplos poderes para representar, decidir e dá a melhor forma de conduzir as atividades do contrato. Esta equipe devidamente aprovada pela **CONTRATANTE**, somente poderá ser substituída em caso de anuência da Fiscalização, devendo apresentar profissional com acervo técnico similar ou superior em atividades correlatas.

SERVIÇOS PRELIMINARES

CANTEIRO DE OBRA

A instalação do Abrigo deverá estar localizada no mínimo 5Km da obra e ter acesso fácil e bem conservado. Este deverá ser executado levando-se em consideração as proporções e características da Obra.

Opcionalmente a **CONTRATADA** poderá alugar um imóvel como Abrigo que mantenha no mínimo as áreas e instalações suficientes para atender o porte da Obra, sejam em Pessoal, Materiais e Equipamentos.

Durante o decorrer da Obra, a Contratada disponibilizará uma sala para uso da Fiscalização.

A **CONTRATADA** é responsável pela higiene, limpeza permanente e segurança da Obra.

É responsabilidade da **CONTRATADA**, providenciar e manter o abastecimento de água potável, energia elétrica e direcionamento de dejetos de Esgoto na Obra, arcando com as despesas relativas a esses fornecimentos.

Durante a execução das obras, deve-se manter processo rigoroso para o controle de limpeza, a destinação dos entulhos deve seguir as determinações ambientais.

É obrigação da **CONTRATADA**, manter no Abrigo das obras e serviços, seja administrativo, financeiro ou técnico, todos os equipamentos em perfeito estado de conservação, ferramentas manuais, equipamentos de combate a incêndio e primeiros socorros, a fim de permitir um desenvolvimento dentro do prazo estabelecido para a execução deste Objeto.

PLACA DE OBRA EM LONA COM IMPRESSÃO DIGITAL

Caberá à **CONTRATADA** o fornecimento, colocação e conservação da placa de identificação da obra. As dimensões, cores e elementos indicativos serão fornecidos pela **FISCALIZAÇÃO** da Prefeitura. As placas de identificação do exercício profissional em obras serão confeccionadas de acordo com a resolução n.º 250, de 16-12-1977, do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CONFEA.

MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO

MOBILIZAÇÃO DA OBRA

A Mobilização compreende o transporte ou traslado dos materiais, equipamentos e pessoal necessários para a execução dos serviços e obras de Engenharia deste Objeto, ou seja:

- Transporte e montagem de todos os equipamentos;
- Transporte e colocação de todos os elementos necessários;
- Transporte do pessoal necessário ao desenvolvimento dos serviços.

DESMOBILIZAÇÃO DO ABRIGO

A Desmobilização compreende a retirada completa de todas as instalações do Abrigo, bem como o retorno de todos os equipamentos às suas origens, abrangendo:

- Demolições;
- Transporte dos materiais das instalações provisórias;
- Desmontagem e transportes dos equipamentos.

A Desmobilização se dará à medida que os serviços forem executados tornando os recursos mobilizados dispensáveis, deverá ocorrer somente após a anuência da **FISCALIZAÇÃO**.

O transporte dos insumos, como agregados, aditivos, cimentos e etc., é fundamental e inerente à execução das obras e serviços.

A **CONTRATADA** tem que manter disponível no Abrigo de obras todos os materiais necessários para sua execução dentro do planejado no Cronograma Físico Financeiro, sob pena, de sofrer penalizações, caso haja atraso da obra, sem justificativa plausível.

A Mobilização e Desmobilização dos Equipamentos e o Transporte de Insumos deverão ser executados por balsa fretada com empurrador de 600 HP e capacidade entre 300 a 600 toneladas.

Especificação Técnica de Serviços — Fresagem, Reciclagem com Cimento, Transporte e Regularização de Bota-Fora

1 Escopo

Definição dos serviços para execução em trecho rodoviário pavimentado: fresagem contínua de revestimento asfáltico com espessura de 5 cm; reciclagem in situ do material fresado incorporado à camada de base com adição de 3% de cimento Portland e brita; transporte de material por caminhão basculante 10 m³ em rodovia pavimentada; regularização, espalhamento e compactação do bota-fora gerado. Inclui mobilização, controles de qualidade, sinalização, proteção ambiental e desmobilização.

Preparação:

Implantação de sinalização e dispositivos de segurança conforme normas de tráfego; limpeza e delimitação da frente de serviços; retirada de interferências.

Fresagem:

Executar fresagem contínua em profundidade uniforme de 5 cm na largura prevista em projeto; velocidade e rotação ajustadas para produzir granulometria adequada; recolhimento imediato do material fresado para caminhões ou pátio temporário.

Ensaio preliminares:

Coletar amostras do material fresado para análise granulométrica, teor de matéria fina, umidade e ensaio de compactação (Proctor ou equivalente) para definir ajuste de brita e água.

Preparação da mistura reciclada:

Homogeneizar material fresado com adição de 3% de cimento Portland (massa) e percentual de brita definido por projeto ou ensaio; dosagem de água regulada para obter consistência e umidade ótima de compactação.

Mistura pode ser executada in situ com motoniveladora e rolo ou em usina móvel de reciclagem, conforme condicionantes logísticos.

Espalhamento e Compactação:

Espalhar a mistura com motoniveladora em camadas uniformes de espessura conforme projeto; compactar progressivamente com rolos vibratórios e pneumáticos até atingir a densidade especificada (mínimo 95% do Proctor modificado ou outro critério de projeto).

Controlar a topografia final para atender a inclinações e perfis previstos

Transporte de Material (caminhão 10 m³):

Carregamento e transporte por caminhão basculante 10 m³ em rodovia pavimentada; rotas definidas e horários combinados para minimizar impacto; cobertura de carga quando necessário para evitar perda de material.

Regularização de Bota-Fora:

Bota-fora, quando gerado, será espalhado em locais aprovados no projeto de forma a permitir drenagem; compactado conforme especificação para evitar erosão; se não aproveitado, depositado em área licenciada conforme condicionantes ambientais.

4.8 Cura e Proteção:

Após compactação, proteger a superfície reciclada contra intemperismo por período mínimo definido em projeto; se necessário, aplicar cura com névoa d'água ou produto compatível.

Controle de Qualidade e Ensaios

Ensaios de granulometria, teor de finos, umidade, ensaio Proctor (ou modificado), e CBR ou resistência à compressão não confinada, conforme projeto.

Ensaios de compactação in loco (compactômetro nuclear ou método de referência) para verificar densidade relativa; registrar áreas e resultados.

Verificação da uniformidade da espessura de fresagem por medições regulares.

Registros diários de produção, quantidades transportadas, consumo de cimento e brita, condições climáticas e eventuais não conformidades.

Medição e Forma de Pagamento

Medição por serviços executados:

- Fresagem contínua: metro quadrado (m^2) executado com 5 cm de profundidade efetiva.
- Reciclagem com incorporação de cimento e brita: metro cúbico (m^3) ou metro linear conforme projeto, considerando espessura final compactada.
- Transporte por caminhão basculante 10 m^3 : viagem (tonelada-km)
- Regularização de bota-fora: metro cúbico (m^3) de material espalhado e compactado.

Proceder medições com relatório fotográfico e assinaturas do fiscal de obra e responsável técnico.

Segurança, Saúde Ocupacional e Meio Ambiente

- Plano de segurança e saúde ocupacional (PCMAT ou equivalente) obrigatório; EPCs e EPI's conforme função.
- Controle de poeira por umidificação; contenção de efluentes e óleos; descarte de resíduos em áreas autorizadas.
- Proteção de recursos hídricos e faixas de domínio; autorização ambiental quando necessária.
- Sinalização de tráfego e trabalhadores com vista para rodovias em operação.

Critérios de Aceitação e Rejeição

- Superfície compactada com densidade mínima especificada; tolerância de espessura $\pm 10\%$ sobre projeto; irregularidades superficiais corrigidas antes da aceitação.
- Material reciclado com dosagem de cimento $\pm 0,2\%$ da especificada e granulometria dentro dos limites definidos nos ensaios.
- Transporte executado sem perdas significativas de material e com cobertura quando exigido.

IMPRIMAÇÃO COM ASFALTO DILUÍDO

Esta especificação define a sistemática empregada na execução de imprimação sobre a superfície de uma base granular concluída e estabelecem os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e inspeção, incluindo os critérios de aceitação e rejeição e medição dos serviços.

A imprimação consiste na aplicação uniforme de material betuminoso sobre base granular concluída, a fim de conferir coesão superficial, impermeabilizar e permitir condições ideais entre está e o revestimento a ser executado.

- O ligante betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente for inferior a 10 °C.

- Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar a obra deverá ter certificado de análise além de apresentar indicações relativas do tipo, procedência, quantidade do seu conteúdo e da distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de serviço.

REFERÊNCIAS

Para o entendimento desta Norma deverão ser consultados os documentos seguintes:

DNER-EM 363/97 - Asfalto diluído tipo cura média

DNER-EM 364/97 - Alcatrões para pavimentação

DNER-ME 004/94 - Materiais betuminosos - determinação da viscosidade "Saybolt-Furol" a alta temperatura

DNER-ME 012/94 - Asfalto diluído - destilação

DNER-ME 148/9 - Mistura betuminosa - determinação dos pontos de fulgor e de combustão (vaso aberto Cleveland)



DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços

ABNT P-MB- 826 - Determinação da viscosidade cinemática

ASTM 1665/73 - Alcatrão para pavimentação - viscosidade específica "Engler"

Manual de Pavimentação - DNER, 1996

CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Material

- Os ligantes betuminosos empregados na imprimação poderão ser dos tipos seguintes:

a) asfaltos diluídos CM-30;

b) alcatrões AP-2 a AP-6.

- A escolha do ligante betuminoso adequado será feita em função da textura do material da base.

- A taxa de aplicação "T" é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro da obra. As taxas de aplicação usuais são da ordem de 0,8 a 1,6 l/m², conforme o tipo e textura da base e do ligante betuminoso escolhido.

Equipamento

- Para a varredura da superfície da base, usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, a operação ser executada manualmente. O jato de ar comprimido poderá, também, ser usado.

- A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento que permitam a aplicação do ligante betuminoso em quantidade uniforme.

- Os carros distribuidores do ligante betuminoso, especialmente construídos para este fim, devem ser providos de dispositivos de aquecimento, dispendo de tacômetro, calibradores e termômetros com precisão $\pm$ de 1 °C, em locais de fácil observação e, ainda, possuir aspersor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas. As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena, com dispositivo de ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento uniforme do ligante.

- O depósito de ligante betuminoso, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. O depósito deve ter uma capacidade tal que possa armazenar a quantidade de ligante betuminoso a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

EXECUÇÃO

- Após a perfeita conformação geométrica da base, proceder a varredura da superfície, de modo a eliminar todo e qualquer material solto.

- Antes da aplicação do ligante betuminoso a área poderá ser levemente umedecida.

- Aplica-se, a seguir, o ligante betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e da maneira mais uniforme. A temperatura de aplicação do ligante betuminoso deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. As faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento são:

a) para asfaltos diluídos 20 a 60 segundos "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004);

b) para alcatrões de 6 a 20 graus "Engler" (ASTM 1665).

- A tolerância admitida para a taxa de aplicação do ligante betuminoso definida pelo projeto e ajustada experimentalmente no campo é de $\pm 0,2$ l/m².

- Deve-se imprimir a área inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível fechada ao tráfego. O tempo de exposição da base imprimada ao tráfego é condicionado ao comportamento da mesma, não devendo ultrapassar 30 dias.

- A fim de evitar a superposição ou excesso, nos pontos iniciais e finais das aplicações, colocam-se faixas de papel transversalmente, de modo que o início e o término da aplicação do ligante betuminoso situem-se sobre essas faixas, as quais serão, a seguir, retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante betuminoso deve ser imediatamente, corrigida.

MANEJO AMBIENTAL

A preservação do meio ambiente nos serviços de execução da imprimação envolve o estoque e aplicação de ligante betuminoso. Deve-se adotar os cuidados seguintes:

- Evitar a instalação de depósitos de ligante betuminoso próxima a cursos d'água.

- Impedir o refugo de materiais já utilizados na faixa de domínio e áreas lindeiras adjacentes, ou qualquer outro lugar causador de prejuízo ambiental.

- Na desmobilização desta atividade, remover os depósitos de ligante e efetuar a limpeza do canteiro de obras, recompondo a área afetada pelas atividades da construção.

- Executar barreiras ao longo da área a ser imprimada, para evitar em caso de chuva durante a aplicação, um possível escoamento do material betuminoso para os rios ou cursos d'água.

INSPEÇÃO

Controle do Material

- O ligante betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo a metodologia indicada, e satisfazer às especificações em vigor. Para todo o carregamento que chegar a obra, deverão ser executados os ensaios seguintes:

a) asfaltos diluídos:

01 ensaio de Viscosidade Cinemática a 60°C (P-MB 826);

01 ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004) a diferentes temperaturas para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura para cada 100t; 01 ensaio do ponto de fulgor (DNER-ME 148). b) para alcatrões:

01 ensaio de viscosidade "Engler" (ASTM - 1665) para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura para cada 100 t.

- Deverão ser executados ensaios de destilação para os asfaltos diluídos e alcatrões (DNER-ME 012), para verificação da quantidade de solvente para cada 100 t que chegar à obra.

CONTROLE DA EXECUÇÃO

Temperatura

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

TAXA DE APLICAÇÃO (T)

- O controle da quantidade do ligante betuminoso aplicado, obtido através do ligante residual, será feito aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de peso e área conhecidos onde está sendo feita a aplicação. Por intermédio de pesagens, após a passagem do carro

distribuidor, tem-se a quantidade de ligante betuminoso utilizado no cálculo da taxa de aplicação (T).

- Para trechos de imprimação de extensão limitada ou com necessidade de liberação imediata, com área de no máximo 4000m², deverão ser feitas 5 determinações no mínimo para controle.

- Nos demais casos, para segmentos com área superior a 4000m² e inferior a 20000m², será definido pelo Executante o número de determinações em função do risco a ser assumido de se rejeitar um serviço de boa qualidade, conforme a tabela seguinte:

TABELA DA AMOSTRAGEM VARIÁVEL														
N	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
a	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = n° de amostras k = coeficiente multiplicador a = risco do Executante														

ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

Material

Os resultados de todos os ensaios deverão atender às especificações, de materiais aplicáveis.

Temperatura

- Os resultados de todas as medições deverão situar-se no intervalo definido pela relação viscosidade x temperatura, de acordo com as especificações de materiais aplicáveis.

Taxa de Aplicação (T)

Os resultados da taxa de aplicação (T) serão analisados estatisticamente e aceitos nas condições seguintes:



$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo admitido ou } \bar{X}$

+ $ks > \text{valor máximo admitido}$ $\Rightarrow$ rejeita-se o serviço

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo admitido e } \bar{X}$

+ $ks \leq \text{valor máximo admitido}$ $\Rightarrow$ aceita-se o serviço

Sendo:

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

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

Onde:

X_i - valores individuais.

$\bar{X}$ - média da amostra.

s - desvio padrão da amostra.

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - número de determinações.

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

- Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

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

A imprimação será medida através da área efetivamente executada em metros quadrados, incluídas todas as operações e encargos necessários a execução da imprimação abrangendo armazenamento, perdas e transporte do ligante betuminoso, dos tanques de estocagem até a área de aplicação - Quantidade de ligante betuminoso aplicado é obtido através da média aritmética dos valores medidos na área aplicada.

Deverá ser medido, também, o transporte da quantidade de ligante betuminoso, efetivamente aplicado, entre a refinaria ou fábrica, até o canteiro de obras.

PINTURA DE LIGAÇÃO

O ligante betuminoso empregado na pintura de ligação deverá do tipo RR-1C. Antes da aplicação, a emulsão deverá ser diluída na proporção de 1:1 com água a fim de garantir uniformidade na distribuição desta taxa residual. A distribuição do ligante deve ser feita por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do ligante betuminoso em quantidade uniforme.

A superfície a ser pintada deverá ser varrida, a fim de ser eliminado o pó e todo e qualquer material solto. Antes da aplicação do ligante betuminoso, no caso de bases de solo-cimento, a superfície da base deve ser umedecida. Aplica-se, a seguir, o ligante betuminoso RR-1C na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade recomendada e de maneira uniforme. A temperatura da aplicação do ligante betuminoso deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcione melhor a viscosidade para espalhamento. A viscosidade recomendada para o espalhamento da emulsão deverá estar entre 20 a 100 segundos "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004/94). Após aplicação do ligante deve-se esperar o escoamento da água e evaporação em decorrência da ruptura.

CONCRETO ASFÁLTICO

DEFINIÇÃO

Concreto asfáltico é uma mistura executada a quente, em usina apropriada, com características específicas. É composta de agregado graúdo, cimento asfáltico modificados ou não por polímero, e se necessário, material de enchimento e compactada a quente. O concreto asfáltico pode ser empregado como revestimento, camada de ligação, binder, regularização ou reforço estrutural do pavimento.

MATERIAIS

Os materiais constituintes do concreto asfáltico são: agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento e ligante asfáltico.

Os materiais utilizados devem satisfazer às normas pertinentes e às especificações aprovadas pelo DER/SP.

- CAP 30-45, CAP 50-70 e CAP 85-100, classificação por penetração, atendendo ao

especificado no regulamento técnico ANP no 3/2005 de 11/07/2005 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP; apresentada no anexo C, ou à especificação que estiver em vigor na época de sua utilização;

- cimentos asfálticos modificados por polímero tipo SBS, que deve atender o especificado no anexo D, ou a especificação que estiver em vigor na época de sua utilização.

Todo o carregamento de cimento asfáltico 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.

AGREGADOS

Agregado Graúdo

Deverá ser proveniente da britagem de rochas sãs, estáveis e de elevada resistência mecânica, apresentando durabilidade compatível com a aplicação prevista. O material deverá estar isento de materiais orgânicos, torrões de argila, partículas friáveis, poeiras excessivas ou quaisquer impurezas que possam comprometer o desempenho estrutural, funcional ou a durabilidade da obra.

A brita comercial deverá apresentar granulometria adequada e compatível com o uso especificado em projeto, enquadrando-se nas faixas granulométricas usualmente comercializadas, tais como brita nº 0, nº 1 ou nº 2, admitidas variações controladas decorrentes do processo de britagem, desde que atendidas as exigências normativas e de desempenho.

O agregado deverá possuir forma predominantemente angulosa, com textura superficial favorável à intertravagem dos grãos e à aderência à pasta cimentícia ou ao ligante asfáltico, conforme a aplicação. Deverá atender, no que couber, às disposições das normas técnicas vigentes da ABNT, em especial a NBR 7211 – Agregados para concreto, bem como às demais normas aplicáveis à caracterização física e mecânica do material.

O fornecimento, transporte, estocagem e manuseio da brita comercial deverão ser realizados de forma a preservar suas características físicas e granulométricas, evitando-se a segregação, a contaminação por materiais estranhos e qualquer alteração que possa comprometer sua qualidade e desempenho na obra.

Agregado Miúdo

Pode constituir-se por areia, pó de pedra ou mistura de ambos. Deve apresentar partículas



individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deve ser atendido, ainda, o seguinte requisito:

- a) O equivalente de areia conforme NBR 12052(5) da mistura dos agregados miúdos, deve ser igual ou superior a 55%.

COMPOSIÇÃO DA MISTURA

A faixa granulométrica a ser empregada deve ser 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 abaixo.

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%
Camadas		Ligação (Binder)	Ligação ou Rolamento	Rolamento	(*) Reperfilagem	
Variação do teor de ligante		3,5 – 5,0	4,0 – 5,5	4,5 – 6,5	4,5 – 7,0	
Espessura máxima cm		6,0	6,0	6,0	3,0	

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



- a) O tamanho máximo do agregado da faixa adotada deve ser inferior a $\frac{2}{3}$ da espessura da camada compactada;
- b) A fração retida entre duas peneiras consecutivas, excetuadas as duas de maior malha de cada faixa, não deve ser inferior a 4% do total;
- c) 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;
- d) O projeto da mistura pela dosagem Marshall deve ser refeito 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;
- e) Os parâmetros obtidos no ensaio Marshall para estabilidade, fluência, porcentagem de vazios e relação betume vazios devem atender aos limites apresentados na Tabela abaixo;
- f) O teor ótimo de ligante do projeto de mistura asfáltica deve atender a todos os requisitos da Tabela abaixo;

Características	Método de Ensaio	Camadas de Rolamento e Reperfilagem	Camada de Ligação (Binder)
Estabilidade mínima, kN (75 golpes no ensaio Marshall)	NBR 12891 ⁽⁹⁾	8	8
Fluência (mm) Fluência (0,01")	NBR 12891 ⁽⁹⁾	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 ⁽¹⁰⁾	< 90% Cs	< 90% Cs
Resistência à Tração por Compressão Diametral Estática a 25°C, mínima, MPa	NBR 15087 ⁽¹¹⁾	0,80	0,65
Resistência a danos por umidade induzida, mínimo, %	AASHTO T 283 ⁽¹²⁾	70	



* a concentração crítica de fíler: valor da concentração máxima em volume de fíler admitida no sistema fíler-asfalto.

- g) Recomenda-se que a relação fíler/asfalto em massa esteja compreendida entre 0,6 a 1,2(13);
- h) 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 abaixo;
- i) Recomenda-se que o teor ótimo de ligante situe-se abaixo do teor de ligante correspondente ao VAM mínimo, da dosagem Marshall;
- j) 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(14).

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 - (Dea) como sendo a média aritmética entre a D1 e D2;

A densidade aparente dos corpos de prova deve ser obtida através do método DNER ME 117(15).

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

$$D_1 = \frac{100}{\frac{P_1}{D_{SR1}} + \frac{P_2}{D_{SR2}} + \frac{P_3}{D_{SR3}}} \quad \text{e} \quad D_2 = \frac{100}{\frac{P_1}{D_{SAp1}} + \frac{P_2}{D_{SR2}} + \frac{P_3}{D_{SR3}}};$$

Onde:

P1 = porcentagem de agregado retido na peneira de abertura de 2,0 mm (%);

P2 = porcentagem de agregado que passa na peneira de abertura de 2,0 mm, e fica retido na peneira de abertura na peneira de abertura de 0,075mm (%);

P3 = porcentagem de agregado que passa na peneira de abertura de 0,075mm (%);

DSR1 = densidade real do agregado retido na peneira de abertura de 2,0 mm;

DSR2 = 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;

DSR3= densidade real do agregado que passa na peneira de abertura de 0,075 mm;

DSAp1= densidade aparente do agregado que fica retido na peneira de abertura de 2,0 mm.

Tamanho Nominal Máximo do Agregado*		VAM Mínimo (%)
		Teor de Vazios = 4,0%
ASTM	mm	
1 ½"	37,5	11
1"	25,0	12
¾"	19,0	13
½"	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. ⁽¹⁶⁾		

EQUIPAMENTOS

Antes do início da execução dos serviços todo o equipamento deve ser examinado e aprovado pelo DER/SP.

Os equipamentos básicos para execução dos serviços de concreto asfáltico são compostos das seguintes unidades:

Depósito para Cimento Asfáltico

Os depósitos para o cimento asfáltico devem ser capazes de aquecer o material conforme as exigências técnicas estabelecidas, atendendo aos seguintes requisitos:

- a) O aquecimento deve ser efetuado por meio de serpentinas a vapor, a óleo, a eletricidade ou outros meios, de modo a não haver contato direto de chamas com o depósito, esses dispositivos também devem evitar qualquer superaquecimento localizado, e ser capaz de aquecer o cimento asfáltico a temperaturas limitadas;
- b) O sistema de recirculação para o cimento asfáltico deve garantir a circulação desembaraçada e contínua do depósito ao misturador, durante todo o período de operação;
- c) Todas as tubulações e acessórios devem ser dotados de isolamento térmico, a fim de
- d) evitar perdas de calor;
- e) A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

Depósito para Agregados

Os agregados devem ser estocados convenientemente, isto é, em locais drenados, cobertos, dispostos de maneira que não haja mistura de agregados, preservando a sua homogeneidade e granulometria e não permitindo contaminações de agentes externos.

A transferência para silos de armazenamento deve ser feita o mais breve possível.

Silos para Agregados

Os silos devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e 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. Deve haver um silo adequado para filer, conjugado com dispositivos para sua dosagem.

Usina para CBUQ

A usina utilizada 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 °C a 210 °C, com precisão de ± 1 °C, deve ser fixado no dosador de ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador. A usina deve ser equipada, além disso, com pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador, com dispositivos para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de ± 5 °C. A usina deve possuir termômetros nos silos quentes.

Pode, também, ser utilizada uma usina do tipo tambor-secador-misturador, de duas zonas, convecção e radiação, providas de: coletor de pó, sistema de descarga da mistura asfáltica, por intermédio de transportador de correia com comporta do tipo clamshell ou alternativamente, em silos de estocagem.

A usina deve possuir silos de agregados múltiplos, com pesagens dinâmicas individuais e deve ser assegurada a homogeneidade das granulometrias dos diferentes agregados.

A usina deve possuir ainda uma cabine de comando e quadros de força. Tais partes devem estar instaladas em recinto fechado, com cabos de força e comandos ligados em tomadas externas especiais para esta aplicação. A operação de pesagem de agregados e do ligante asfáltico deve ser semi-automática com leitura instantânea e acumulada, por meio de registros digitais em display de cristal líquido. Devem existir potenciômetros para compensação das assas específicas dos diferentes tipos de ligantes asfálticos e para seleção de velocidade dos alimentadores dos agregados frios.

Caminhão para Transporte da Mistura

Os caminhões tipo basculante para o transporte do concreto asfáltico devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico ou solução de cal hidratada (3:1), de modo a evitar a aderência da mistura à chapa. Não é permitida a utilização de produtos susceptíveis à dissolução do ligante asfáltico, como óleo diesel, gasolina etc. As caçambas devem ser providas de lona para proteção da mistura.

Equipamento para Distribuição e Acabamento

O equipamento de espalhamento e acabamento deve constituir-se de vibro-acabadoras, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento definidos no projeto.

As vibro-acabadoras devem ser equipadas com parafusos sem fim, e com esqui eletrônico de 3 m para garantir o nivelamento adequado para colocar a mistura exatamente nas faixas, e devem possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para a frente e para trás. As vibro-acabadoras devem estar equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento à temperatura requerida para a colocação da mistura sem irregularidade. Devem ser equipadas com sistema de vibração que permita pré-compactação na mistura espalhada.

No início da jornada de trabalho, a mesa deve estar aquecida, no mínimo, à temperatura definida pela especificação para descarga da mistura asfáltica.

Equipamento para Compactação

O equipamento para a compactação deve constituir-se por rolos pneumáticos com regulagem de pressão e rolo metálico liso, tipo tandem.

Os rolos pneumáticos, autopropulsionados, devem ser dotados de dispositivos que permitam a calibragem de variação da pressão dos pneus de 0,25 MPa a 0,84 MPa. É obrigatória a utilização de pneus calibração uniformes, de modo a evitar marcas indesejáveis na mistura compactada.

O rolo metálico liso tipo tandem deve ter massa compatível com a espessura da camada.

O emprego dos rolos lisos vibratórios pode ser admitido desde que a frequência e a amplitude de vibração sejam ajustadas às necessidades do serviço.

O equipamento em operação deve ser suficiente para compactar a mistura de forma que está atinja o grau de compactação exigido, enquanto está se encontrar em condições de trabalhabilidade.

Ferramentas e Equipamentos Acessórios

Devem ser utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos e ferramentas:

- a) Soquetes mecânicos ou placas vibratórias para a compactação de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- b) Pás, garfos, rodos e ancinhos para operações eventuais.
- c) Vassouras rotativas, compressores de ar para limpeza da pista.
- d) Caminhão tanque irrigador para limpeza de pista.

EXECUÇÃO

Condições Gerais

Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva. O concreto asfáltico somente deve ser fabricado, transportado e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10 °C.

Preparo da Superfície

A superfície deve apresentar-se limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais. Eventuais defeitos existentes devem ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura.

A imprimação ou pintura de ligação deve ser executada, obrigatoriamente, com a barra espargidora, respeitando os valores recomendados para taxa de ligante. Somente para correções localizadas ou locais de difícil acesso pode ser utilizada a caneta. A imprimação deve formar uma película homogênea e promover condições adequadas de aderência quando da execução do concreto asfáltico.

Quando a imprimação ou a pintura de ligação não tiverem condições satisfatórias de aderência, nova pintura de ligação deve ser aplicada previamente à distribuição da mistura.

No caso de desdobramento da espessura total de concreto asfáltico em duas camadas, a pintura de ligação entre estas pode ser dispensada se a execução da segunda camada ocorrer logo após a execução da primeira.

O tráfego de caminhões, para início do lançamento do concreto asfáltico, sobre a pintura de ligação só é permitido após o rompimento definitivo e cura do ligante aplicado.

Produção do Concreto asfáltico

O concreto asfáltico deve ser produzido em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado. A usina deve ser calibrada, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura.

Os agregados, principalmente os finos, devem ser homogeneizados com a pá carregadeira antes de serem colocados nos silos frios.

As aberturas dos silos frios devem ser ajustadas de acordo com a granulometria da dosagem e dos agregados para evitar sobras nos silos quentes.

A temperatura do cimento asfáltico não modificado por polímero empregado na 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 Saybolt-Furol entre de 75 SSF a 150 SSF, determinada conforme NBR 14950(17), recomendada-se a viscosidade situada no intervalo de 75 SSF a 95 SSF. A temperatura do ligante não deve ser inferior a 120 °C nem exceder 177 °C.

A temperatura do cimento asfáltico modificado por polímero empregado na mistura deve ser determinada para cada tipo de ligante em função da relação temperatura-viscosidade

Brookfield, definida pelo fabricante e determinada conforme NBR 15184(18). A temperatura do ligante não deve exceder a 177 °C.

Os agregados devem ser aquecidos a temperaturas de 10 °C a 15 °C acima da temperatura do cimento asfáltico, sem ultrapassar 177 °C.

A carga dos caminhões deve ser feita de maneira a evitar segregação da mistura dentro da caçamba, 1º na frente, 2º na traseira e 3º no meio.

O início da produção na usina só deve ocorrer quando todo o equipamento de pista estiver em condições de uso, para evitar a demora na descarga na acabadora que pode acarretar diminuição da temperatura da mistura, com prejuízo da compactação.

Transporte do Concreto Asfáltico

O concreto asfáltico produzido deve ser transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes, atendendo ao especificado no item 4.5 para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada.

As caçambas dos veículos devem ser cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte de forma a proteger a massa asfáltica da ação de chuvas ocasionais, da eventual contaminação por poeira e, especialmente, evitar a perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte. As lonas devem estar bem fixadas na dianteira para não permitir a entrada de ar entre a cobertura e a mistura.

O tempo máximo de permanência da mistura no caminhão é dado pelo limite de temperatura estabelecido para aplicação da massa na pista.

Distribuição da Mistura

A distribuição do concreto asfáltico deve ser feita por equipamentos adequados.

Para o caso de emprego de concreto asfáltico como camada de rolamento, ligação ou de regularização, a mistura deve ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados.

Deve ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o aquecimento conveniente da mesa alisadora da acabadora à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída.

Deve-se 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.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas devem ser corrigidas de imediato pela adição manual da mistura, seu espalhamento deve ser efetuado por meio de ancinhos ou rodos metálicos. Esta alternativa deve ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço. A mistura deve apresentar textura uniforme, sem pontos de segregação.

Na partida da acabadora devem ser colocadas de 2 a 3 réguas, com a espessura do empolamento previsto, onde a mesa deve ser apoiada.

Na descarga, o caminhão deve ser empurrado pela acabadora, não se permitindo choques ou travamento dos pneus durante a operação.

O tipo de acabadora deve ser definido em função da capacidade de produção da usina, de maneira que está esteja continuamente em movimento, sem paralisações para esperar caminhões. Esta velocidade da acabadora deve estar sempre entre 2,5 e 10,0 m por minuto.

Compactação da Mistura

A rolagem tem início logo após a distribuição do concreto asfáltico. A fixação da temperatura de rolagem condiciona-se à natureza da massa e às características do equipamento utilizado. Como regra geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura asfáltica

pode suportar, temperatura está fixada experimentalmente para cada caso, considerando-se o intervalo de trabalhabilidade da mistura e tomando-se a devida precaução quanto à espessura da camada, distância de transporte, condições do meio ambiente e equipamento de compactação.

A prática mais frequente de compactação de misturas asfálticas densas usinadas a quente contempla o emprego combinado de rolos pneumáticos de pressão regulável e rolo metálico liso tipo tandem, de acordo com as seguintes premissas:

- a) Inicia-se a rolagem com uma passada com rolo liso;
- b) Logo após a passada com rolo liso, inicia-se a rolagem com uma passada do rolo pneumático atuando com baixa pressão;
- c) À medida que a mistura for sendo compactada e houver consequente crescimento de sua resistência, seguem-se coberturas com o rolo pneumático, com incremento gradual da pressão;
- d) O acabamento da superfície e correção das marcas dos pneus deve ser feito com o rolo tandem, sem vibrar;



- e) A compactação deve ser iniciada pelas bordas, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista;
- f) Cada passada do rolo deve ser recoberto na seguinte, em 1/3 da largura do rolo;
- g) Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção ou inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém rolado, ainda quente;
- h) As rodas dos rolos devem ser ligeiramente umedecidas para evitar a aderência da mistura; nos rolos pneumáticos, devem ser utilizados os mesmos produtos indicados para a caçamba dos caminhões transportadores; nos rolos metálicos lisos, se for utilizada água, esta deve ser pulverizada, não se permitido que escorra pelo tambor e acumule-se na superfície da camada.

A compactação através do emprego de rolo vibratório de rodas lisas, quando necessário, deve ser testada experimentalmente na obra, de forma a permitir a definição dos parâmetros mais apropriados à sua aplicação, como o número de coberturas, frequência e amplitude das vibrações. As condições de compactação da mistura exigidas anteriormente permanecem inalteradas.

Juntas

O processo de execução das juntas transversais e longitudinais deve assegurar condições de acabamento adequadas, de modo que não sejam percebidas irregularidades nas emendas.

Em rodovias de pista dupla é recomendado o uso de duas vibro-acabadoras de modo que os panos adjacentes sejam executados simultaneamente, tanto para as faixas da pista quanto para o acostamento.

Em rodovias em operação, devem ser evitados degraus longitudinais muito extensos, permitindo-se no máximo o resultante de uma jornada de trabalho. Na jornada de trabalho seguinte, a aplicação da massa asfáltica deve sempre começar no início do degrau remanescente da jornada de trabalho anterior.

No reinício dos trabalhos, deve-se realizar a compactação da emenda com o rolo perpendicular ao eixo, com 1/3 do rolo sobre o pano já compactado e os outros 2/3 sobre a massa recém aplicada.

Abertura ao Tráfego

A camada de concreto asfáltico recém-acabada deve ser liberada ao tráfego somente quando a massa atingir a temperatura ambiente.

CONTROLE

Controle dos Materiais

Cimento Asfáltico Não Modificado por Polímero

Para todo carregamento que chegar à obra, devem ser realizados:

- a) Um ensaio de penetração a 25° C, conforme NBR 6576 (19);
- b) Um ensaio de viscosidade de Saybolt-Furol, conforme NBR 14950(17);
- c) Um ensaio de ponto de fulgor, conforme NBR 11341(20);
- d) Um ensaio determinação de formação de espuma, quando aquecido a 177° C.

Para cada 100 t:

- a) Um índice de susceptibilidade térmica, determinado pelos ensaios NBR 6576(19) e
- b) NBR 6560(21);
- c) Um ensaio de viscosidade Saybolt Furol a diferentes temperaturas para o estabelecimento da curva viscosidade x temperatura, em no mínimo três pontos, conforme NBR 14950(17).

Cimento Asfáltico Modificado por Polímero

Para todo carregamento que chegar à obra, devem ser realizados:

- a) Um ensaio de penetração a 25 °C, conforme NBR 6576(19);
- b) Um ensaio de viscosidade Brookfield, conforme NBR 15184(18);
- c) Um ensaio de ponto de fulgor, conforme NBR 11341(20);
- d) Um ensaio determinação de formação de espuma, quando aquecido a 175 °C;
- e) Um ensaio de recuperação elástica, conforme NBR 15086(22).

Para cada 100 t:

- a) Um ensaio de estabilidade à estocagem, conforme NBR 15166(23);
- b) Um ensaio de ponto de amolecimento, conforme NBR 6560(21);

- c) Um ensaio do resíduo no RTFOT: variação em massa conforme NBR 15235(24), ponto de amolecimento conforme NBR 6560(21), penetração conforme NBR 6576(19) e recuperação elástica conforme NBR 15086(22).

Para todo carregamento de cimento asfáltico, com ou sem polímero, que chegar a obra deve-se retirar uma amostra que será identificada e armazenada para possíveis ensaios posteriores.

Agregados

Diariamente deve-se inspecionar a britagem e os depósitos, com o intuito de garantir que os agregados estejam limpos, isentos de pó e de outras contaminações prejudiciais.

Devem ser executadas as seguintes determinações no agregado graúdo:

- a) Abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51(1); 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- b) Caso agregado apresente abrasão superior a 50%, verificar a degradação do agregado após a compactação Marshall, com e sem ligante conforme DNER ME 401(2); 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do agregado;
- c) Índice de forma e porcentagem de partículas lamelares, conforme NBR 6954(3), 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- d) Ensaio de durabilidade, com sulfato de sódio, em cinco ciclos, conforme DNER ME 089(4); 1 ensaio no início da utilização do agregado na obra e sempre que houver variação da natureza do material;
- e) A adesividade dos agregados ao ligante asfáltico, conforme NBR 12583(7) e NBR 12584(8); para todo carregamento de cimento asfáltico que chegar na obra e sempre que houver variação da natureza dos materiais.

Para agregado miúdo, determinar o equivalente de areia, conforme NBR 12052(5); 1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho e sempre que houver variação da natureza do material.

Controle da Produção da Mistura Asfáltica

O controle da produção do concreto asfáltico deve ser acompanhando por laboratório, que deve realizar o acompanhamento e os ensaios pertinentes, devendo obedecer à metodologia indicada pelo DER/SP e atender aos parâmetros recomendados.

Temperaturas

O controle da temperatura da produção da mistura asfáltica deve ser realizado de acordo com os seguintes procedimentos:

- a) Temperatura dos agregados nos silos quentes: 2 determinações de cada silo, por jornada de 8 h de trabalho;
- b) Temperatura do cimento asfáltico, antes da entrada do misturador: 2 determinações por jornada de 8 h de trabalho;
- c) Temperatura da massa asfáltica, na saída dos caminhões carregados na usina: em todo caminhão.

Granulometria dos Agregados

Devem ser executadas as seguintes análises granulométricas dos agregados, durante a produção da mistura:

- a) Granulometria do agregado de cada silo quente ou dos silos frios, quando tratar-se de usina tipo tambor-secador-misturador: 2 determinações de cada agregado por jornada de 8 h de trabalho conforme NBR NM 248(25);
- b) Granulometria do filer: 1 ensaio por jornada de 8 h de trabalho conforme NBR NM 248(25);
- c) Se indicado a adição de filer no projeto da mistura, deve-se realizar inspeção rigorosa da quantidade do filer adicionado.

Quantidade de Ligante, Granulometria da Mistura e Características Marshall e Porcentagens de Vazios

Devem ser executados os seguintes ensaios para controle da quantidade de ligante, granulometria da mistura e verificação dos parâmetros Marshall:

- a) Extração de asfalto, preferencialmente conforme ASTM D 6307(26) ou DNER ME 053(27), ou ensaio de extração por refluxo, Soxhlet de 1.000 ml, conforme ASTM D 2172(28), ou, quantas vezes forem necessárias no início de cada jornada de trabalho e

sempre que houver indícios da falta ou excesso de ligante no teor de asfalto da mistura, no mínimo 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho;

- b) Granulometria da mistura asfáltica com material resultante das extrações da alínea a; quantas vezes forem necessárias para a calibração da usina, no mínimo 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho, conforme NBR NM 248(25);
- c) Ensaio Marshall, conforme NBR 12891(9), com no mínimo 6 corpos-de-prova; devem ser destinados 3 corpos de prova ao ensaio de tração por compressão diametral a 25 °C, conforme NBR 15087(11); nos outros 3 corpos-de-prova deve-se determinar a fluência, a estabilidade e as porcentagens de vazios da mistura: Vv, RBV, VAM. Devem ser realizados, no mínimo, 2 ensaios por jornada 8 h de trabalho.

Controle da Aplicação e Destinação da Mistura Asfáltica

O controle da aplicação da mistura asfáltica deve ser efetuado através dos procedimentos descritos em seguida.

Temperaturas

Devem ser executadas as seguintes leituras de temperaturas na massa asfáltica na pista:

- a) Temperatura da massa asfáltica em cada caminhão que chegar à pista;
- b) Temperatura da massa asfáltica distribuída no momento do espalhamento e no início da compactação, a cada descarga efetuada.

Quantidade de Ligante e Granulometria da Mistura

Devem ser executadas as seguintes determinações:

- a) Extração de asfalto, preferencialmente conforme ASTM D 6307(26) ou DNER ME 053(27), ou ensaio de extração por refluxo Soxhlet de 1.000 ml, conforme ASTM D 2172(28), 2 extrações por jornada de 8 h de trabalho;
- b) Análise granulométrica da mistura de agregados, com material resultante das extrações da alínea a, de no mínimo 1.000 g, conforme NBR NM 248(25); 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho.

Controle da Compactação

A cada 100 m de faixa de rolamento de massa compactada, deve ser obtida uma amostra indeformada extraída com sonda rotativa, em local aproximadamente correspondente à trilha de

roda externa, na faixa externa. De cada amostra extraída com sonda rotativa deve ser determinada a respectiva densidade aparente, conforme DNER ME 117(15).

Destinação

Os locais de aplicação da mistura devem estar sempre associados às datas de produção e com os respectivos ensaios de controle tecnológico.

Controle Geométrico e de Acabamento

Controle de Espessura e Cotas

A espessura da camada e as diferenças de cotas de concreto asfáltico deve ser avaliada nos corpos de prova extraídos com sonda rotativa ou pelo nivelamento da seção transversal, a cada 20 m.

Devem ser nivelados os pontos para as camadas de rolamento ou binder no eixo, bordas e em dois pontos intermediários, e, para as camadas de regularização, no eixo, bordas e trilhas de roda.

Controle da Largura e Alinhamentos

A verificação do eixo e das bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena executadas pelo menos a cada 20 m.

Controle de Acabamento da Superfície

Devem ser executados os seguintes procedimentos para controle de acabamento da superfície:

- a) Durante a execução deve ser feito em cada estaca da locação o controle de acabamento da superfície do revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3,00 m e outra de 1,20 m, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada;
- b) o acabamento longitudinal, para pavimentos novos, será avaliado pela irregularidade longitudinal da superfície, em cada faixa de tráfego; a irregularidade da superfície deve ser verificada por aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta devidamente calibrados, conforme DNER PRO 164(29), DNER PRO 182(30) e DNER ES 173(31); o QI será determinado para cada trecho de 320 m ou nos locais indicados pela

fiscalização; opcionalmente, poderá ser empregado o perfilometro a laser que determina o IRI – International Roughness Index.

Condições de Segurança

As condições de segurança serão determinadas pela macro textura do revestimento asfáltico, conforme ASTM E 1854(32), através de ensaios de mancha de areia, espaçados a cada 100 m, por faixa de rolamento.

Deflexões

Deve-se verificar as deflexões recuperáveis máximas (D0) da camada a cada 20 m por faixa alternada e 40 m na mesma faixa, através da viga Benkelman, conforme DNER ME 024(33), ou FWD, Falling Weight Deflectometer, de acordo com DNER PRO 273(34).

ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais, da mistura asfáltica, de produção e execução, estabelecidas nesta especificação, e discriminadas a seguir.

Materiais

Cimento asfáltico

O cimento asfáltico utilizado é aceito se os resultados individuais dos ensaios estabelecidos no item 6.1.1, atenderem a legislação em vigor para cimentos asfálticos, da ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, anexo C.

O cimento asfáltico modificado por polímero é aceito se os resultados individuais estabelecidos no item 6.1.2, atendam a legislação em vigor para cimentos asfálticos modificado por polímero, na ausência de legislação específica, atendam o estabelecido no anexo D.

Agregados

Os agregados são aceitos desde que:

- a) Os resultados individuais de abrasão Los Angeles, índice de forma, lamelaridade e durabilidade do agregado gráudo atendam ao estabelecido no item 3.2.1;
- b) Os resultados individuais de equivalente areia sejam superiores a 55%.

Produção

Temperaturas

As temperaturas medidas durante a produção da mistura asfáltica são aceitas se:

- a) As temperaturas individuais, medidas na linha de alimentação do cimento asfáltico modificado por polímero ou não, efetuadas ao longo do dia de produção, encontrarem-se situadas na faixa desejável, definida em função da curva viscosidade x temperatura do ligante empregado; variações constantes ou desvios significativos em relação à faixa de temperatura desejável indicam a necessidade de suspensão temporária do processo de produção, para que sejam executados os necessários ajustes;
- b) As temperaturas individuais dos agregados nos silos quentes forem superiores cerca de 10 °C a 15 °C da temperatura do cimento asfáltico, sem ultrapassar 177 °C;
- c) As temperaturas medidas na saída dos caminhões da usina situarem-se em uma faixa suficientemente elevada para suportar eventuais perdas de calor, e chegar à obra com temperatura compatível para sua aplicação, podendo variar entre ± 5 °C da especificada pelo projeto da mistura.

A massa asfáltica chegada à pista é aceita, sob o ponto de vista de temperatura, se:

- a) A temperatura medida no caminhão imediatamente antes da aplicação variar somente entre ± 5 °C da indicada para início da rolagem;
- b) A temperatura da mistura asfáltica reciclada, no decorrer da rolagem, propicie condições adequadas de compactação.

Mistura Asfáltica

Granulometria dos agregados e da mistura

Os resultados da granulometria dos agregados e da mistura devem ser analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através do controle bilateral, de acordo com o anexo B. As tolerâncias admitidas para variação das granulometrias são as definidas pelas respectivas faixas de trabalho.

Quantidade de ligante

Os teores de ligante devem ser analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, através do controle bilateral, de acordo com o anexo B. As tolerâncias admitidas para variação do teor é de $\pm 0,3$ pontos percentuais do teor ótimo de ligante do projeto da mistura.

Porcentagens de vazios e características Marshall

Os resultados do volume de vazios (Vv), relação betume vazios (RBV) e fluência serão analisadas estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, moldadas na usina, por meio de controle bilateral, conforme anexo B.

Os resultados da estabilidade, resistência a tração por compressão diametral são analisados estatisticamente para conjuntos de no mínimo 4 e no máximo 10 amostras, por meio do controle unilateral, conforme anexo B.

As misturas, de acordo com a faixa adotada, devem atender os mínimos ou as faixas de variações estabelecidas abaixo.

- Para camadas de ligação, binder, faixas I e II:
- Vv (4 a 6) %;
- RBV (65 a 75) %;
- fluência (8 a 16) 0,01" ou (2,0 a 4,0) mm;
- estabilidade mínima ≥ 8 kN;
- resistência à tração compressão diametral estática a 25 °C $\geq 0,65$ MPa.

Para camadas de rolamento e reperfilagem, faixas II e III:

- Vv (3 a 5) %;
- fluência (8 a 16) 0,01" ou (2,0 a 4,0) mm;
- RBV (65 a 80) %;
- estabilidade mínima ≥ 8 kN;
- resistência à tração compressão diametral estática a 25 °C, $\geq 0,80$ MPa.

Execução

Compactação

O grau de compactação de cada segmento avaliado é obtido através da média dos graus de compactação de mínimo 4 e máximo 10 amostras. O grau de compactação individual é determinado através de uma das seguintes expressões:



$$GC_1 = \frac{100 \times d_{\text{pista}}}{d_{\text{projeto}}}$$

ou

$$GC_2 = \frac{100 \times d_{\text{pista}}}{d_{\text{mt}}}$$

Sendo:

d_{pista} = densidade aparente do corpo de prova extraído da pista; d_{projeto} = densidade aparente de projeto da mistura; d_{mt} = densidade máxima teórica do corpo de prova extraído da pista.

O grau de compactação é aceito se a média de $GC_1 \geq 97\%$ ou a média de $GC_2 \geq 92\%$.

Geometria

Os serviços executados são aceitos quanto à geometria desde que:

- A largura da plataforma, não apresente valores inferiores aos previstos para a camada; e os desvios verificados no alinhamento não excedam a + 5 cm;
- A espessura determinada estatisticamente conforme equações 3 e 4 do anexo B, situe-se no intervalo de $\pm 5\%$ em relação à espessura prevista em projeto;
- Os valores individuais de espessura, não apresente variações fora do intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura prevista em projeto;
- Não apresente valores individuais de cota fora do intervalo de +2 a -1cm em relação à cota prevista em projeto;
- As regiões em que, eventualmente apresentem deficiência de espessura devem ser objeto de amostragem complementares através de novas extrações de corpos de prova com sonda rotativa; as áreas deficientes, devidamente delimitadas, devem ser reforçadas às expensas da executante e de acordo com orientação da fiscalização.

Acabamento

O serviço é aceito, quanto ao acabamento, desde que sejam atendidas as seguintes condições:

- a) O controle de acabamento da superfície de revestimento, com o auxílio de duas réguas, colocadas respectivamente em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, não apresentar variações da superfície entre dois pontos quaisquer de contatos superiores a 0,5 cm, quando verificadas com quaisquer uma das réguas;
- b) As juntas executadas devem apresentar-se homogêneas em relação ao conjunto da mistura, isentas de desníveis e de saliências;
- c) A superfície deve apresentar-se desempenada; não apresentando marcas indesejáveis do equipamento de compactação e ondulações decorrentes de variações na carga da vibroacabadora;
- d) Para pavimentos novos a irregularidade longitudinal da superfície em cada faixa de tráfego deve apresentar o Quociente de Irregularidade (QI) com valores inferiores ou iguais a 35 contagens/km;
- e) se o QI for maior que 35 contagens/km, os trabalhos devem ser suspensos e não sendo permitido o reinício até que as ações corretivas sejam realizadas pela executante; os trechos devem ser corrigidos e novamente avaliados; onde forem feitas correções, a executante deve restabelecer as condições de rolamento e garantir a uniformidade em relação ao trecho contíguo não corrigido; os trabalhos corretivos devem estar completos antes da determinação da espessura da camada acabada; todos os trabalhos corretivos devem ser feitos às expensas da executante.

Condições de Segurança e Deflexões

A altura da areia determinada no ensaio de mancha de areia deve apresentar-se no intervalo de 0,6 mm a 1,2 mm, caracterizando uma classe de textura superficial de média a grossa.

A deflexão característica de cada sub-trecho determinada de acordo com a equação 4 do anexo B, para no mínimo 15 determinações, deve ser a estabelecida em projeto.

TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE

Serão transportados os materiais de 1ª categoria que compreendem em solos em geral, residual ou sedimentar, britas, seixos, rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 metros, qualquer que seja o teor de umidade que apresentem.

TRANSPORTE DE MATERIAL BETUMINOSO

O transporte da mistura pronta deve ser feito em caminhões basculantes ou outro veículo apropriado, tomando-se precaução para que não perca umidade. O tempo decorrido entre a mistura pronta na central e o início da compactação não deve ser superior a 1 hora, a menos que, a critério do projeto, comprovado por ensaios, seja verificada a inexistência de inconveniente na adoção de tempo maior. O trecho para receber a mistura de solo-cimento, deverá estar preparado no que se refere à drenagem, nivelamento e seção transversal fixados no projeto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em caso de divergências entre projetos e Especificações, prevalecerão sempre as determinações da **FISCALIZAÇÃO**, desde que seja feita por escrito, ou seja, Ordem de Serviço ou Diário de Obra.

A **FISCALIZAÇÃO** efetuará uma rigorosa verificação em todos os itens do projeto e planilha de custo, para que seja concedido o Termo de Entrega da Obra dentro dos conformes. Os serviços contratados serão executados, rigorosamente, de acordo com este Caderno de Especificações Técnicas e com os documentos nele referidos, especialmente as Normas Técnicas vigentes, as especificações de materiais e equipamentos descritos e os Projetos, bem como deverão ser também obedecidas as exigências das Especificações Técnicas, que serão fornecidos à empresa responsável pela execução das obras;

Toda a mão de obra, salva a disposta em contrário no Caderno de Especificações Técnicas, será fornecida pela empresa responsável pela execução das obras;

Serão impugnados, pela **FISCALIZAÇÃO** do **CONTRATANTE**, todos os trabalhos que não satisfaçam às condições contratuais;

Ficará a **CONTRATADA** obrigada a demolir e a refazer os trabalhos impugnados logo após o recebimento da Ordem de Serviço correspondente, ficando por sua conta exclusiva as despesas decorrentes dessas providências.

Discrepâncias, Prioridades e Interpretação

Toda e qualquer modificação introduzida nos projetos, detalhes e especificações, inclusive acréscimos, só serão admitidas com prévia autorização do **CONTRATANTE**.

Para efeito da interpretação de divergências entre os documentos contratuais, fica estabelecido que:

- Em caso de divergência entre uma norma de execução e este Caderno de Encargos, prevalecerá o segundo.

- Em caso de divergência entre este Caderno de Encargos e os desenhos do projeto arquitetônico, prevalecerá sempre o primeiro.

- Em casos de divergências entre as cotas dos desenhos e suas dimensões, medidas em escala, prevalecerão sempre as primeiras.

- Em caso de divergência entre este Caderno de Encargos e os desenhos dos projetos especializados - estrutural e instalações - prevalecerão sempre estes últimos.

- Em caso de divergências entre os desenhos de datas diferentes prevalecerão sempre os mais recentes.

- Em caso de divergência entre os desenhos de escalas diferentes, prevalecerão sempre os de maior escala.

- Em caso de dúvida quanto à interpretação dos desenhos, das normas, do Caderno de Encargos ou das instruções de concorrência, será consultado o CONTRATANTE.

Ensaio e Provas

A boa qualidade e perfeita eficiência dos materiais, trabalhos e instalações a cargo do construtor serão - como condição prévia e indispensável ao recebimento dos serviços - submetidos a verificações, ensaios e provas para tal fim aconselháveis.

Metrologia

As grandezas mencionadas no presente instrumento estão expressas em unidades consideradas legais pelo decreto-lei nº 54.423, de 30/08/63, que dispõe sobre o sistema legal de unidades de medida.

LIMPEZA FINAL

Na entrega da obra, será efetuada uma limpeza geral, com a remoção de entulho.

REMOÇÃO DE ENTULHO

Diariamente será feita limpeza dos ambientes de trabalho, de forma a não permanecer na obra materiais impréstáveis e evitar acúmulo de lixo. Todo entulho, gerado pelos serviços, deverá ser retirado em no máximo de 24h, tomando-se o cuidado em armazená-lo em depósitos apropriados;

Após a conclusão de todos os serviços, deverá ser feita limpeza geral, de forma a retirar todas as impurezas e resíduos de obras, assim como, lavagem geral dos ambientes com bactericida.

CONCLUSÃO E ENTREGA DA OBRA

As falhas e defeitos encontrados deverão ser sanados sob inteira responsabilidade da Contratada.


Ana Paula de S. Pereira
Engenheira Civil
CREA: 11.079-D/AM

Manicoré/AM, Maio de 2026