



ESTADO DE MINAS GERAIS
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ
Secretaria Municipal de Obras Públicas
CNPJ: 17.947.581/0001-76

PROJETO BÁSICO

PAVIMENTAÇÃO DE ESTRADA RURAL EM CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE

TRECHO 2 DA ESTRADA DE LIGAÇÃO ENTRE OS DISTRITOS DE ITAMURI E
BELISÁRIO, DISTRITOS DE ITAMURI/BELISÁRIO, MURIAÉ MG



Sumário

1.	APRESENTAÇÃO	5
2.	MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE MURIAÉ.....	6
3.	LOCALIZAÇÃO DA OBRA.....	7
3.1.	LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO DA LOCALIDADE	8
4.	OBJETO E JUSTIFICATIVA.....	9
5.	OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA.....	9
5.1.	ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART).....	9
5.2.	PLACA DE OBRA.....	10
5.3.	DIÁRIO DE OBRA.....	10
5.4.	RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA	10
6.	DETALHAMENTO GERAL DA OBRA.....	11
7.	DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE	12
8.	RECEBIMENTO DA OBRA.....	13
8.1.	RECEBIMENTO PROVISÓRIO.....	13
8.2.	RECEBIMENTO DEFINITIVO	14
9.	ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS	14
9.1.	SERVIÇOS PRELIMINARES.....	14
9.1.1.	Placa de Obra	14
9.2.	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	15
9.2.1.	Escavação mecânica de material de 1ª categoria, carga e transporte	15
9.2.1.1.	Materiais de escavação mecânica.....	15
9.2.1.2.	Equipamentos para escavação mecânica	15
9.2.1.3.	Execução de escavação mecânica	15
9.2.2.	Compactação de aterro	16
9.2.2.1.	Classificação dos materiais de aterro	16
9.2.2.2.	Execução de aterro	17
9.3.	PAVIMENTAÇÃO	17
9.3.1.	Regularização e compactação do subleito	17



ESTADO DE MINAS GERAIS
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ
Secretaria Municipal de Obras Públicas
CNPJ: 17.947.581/0001-76

9.3.1.1.	Materiais	17
9.3.1.2.	Equipamentos.....	18
9.3.1.3.	Execução.....	19
9.3.2.	Sub-base e Base em solo brita.....	21
9.3.2.1.	Materiais	21
9.3.2.2.	Equipamentos.....	22
9.3.2.3.	Execução.....	23
9.3.3.	Imprimação asfáltica.....	25
9.3.3.1.	Materiais	25
9.3.3.2.	Equipamentos.....	25
9.3.3.3.	Execução.....	26
9.3.4.	Pavimentação asfáltica.....	27
9.3.4.1.	Materiais	27
9.3.4.2.	Equipamentos.....	30
9.3.4.3.	Execução.....	32
9.4.	SINALIZAÇÃO E DISPOSITIVOS AUXILIARES	36
9.4.1.	Tinta horizontal	36
9.4.1.1.	Material.....	36
9.4.1.1.1.	Tinta	36
9.4.1.1.2.	Esferas de vidro	37
9.4.1.1.3.	Solvente	37
9.4.1.2.	Equipamentos.....	37
9.4.1.3.	Execução.....	38
9.4.1.3.1.	Considerações gerais.....	38
9.4.1.3.2.	Pré-marcação	38
9.4.1.3.3.	Limpeza	39
9.4.1.3.4.	Misturas das esferas de vidro à tinta	39
9.4.2.	Tacha refletiva.....	39
9.4.2.1.	Material para tacha refletiva	39



ESTADO DE MINAS GERAIS
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ
Secretaria Municipal de Obras Públicas
CNPJ: 17.947.581/0001-76

9.4.2.1.1.	Corpo.....	39
9.4.2.1.2.	Pino de fixação.....	39
9.4.2.1.3.	Pino de fixação.....	40
9.4.2.1.4.	Catadióptrico.....	40
9.4.2.1.5.	Retro-refletividade	40
9.4.2.1.6.	Cola	40
9.4.2.2.	Equipamento para tacha refletiva.....	40
9.4.2.3.	Execução da tacha refletiva	41
9.4.2.3.1.	Considerações gerais.....	41
9.4.2.3.2.	Pré-marcação	41
9.4.2.3.3.	Furação	41
9.4.2.3.4.	Limpeza	41
9.4.2.3.5.	Colagem.....	41
9.4.3.	Placa de sinalização	42
9.4.3.1.	Material para placa de sinalização	42
9.4.3.1.1.	Chapa de aço.....	42
9.4.3.1.2.	Tratamento.....	42
9.4.3.1.3.	Acabamento.....	42
9.4.3.1.4.	Suporte das placas.....	43
9.4.3.2.	Equipamentos para placa de sinalização	43
9.4.3.3.	Execução de placa de sinalização	43
9.5.	SERVIÇOS FINAIS	44
9.5.1.	Limpeza	44
ANEXO 1.....		45
ANEXO 2.....		46
ANEXO 3.....		47



ESTADO DE MINAS GERAIS
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ
Secretaria Municipal de Obras Públicas
CNPJ: 17.947.581/0001-76

1. APRESENTAÇÃO

Este projeto básico se refere à pavimentação de estrada rural de ligação entre os Distritos de Itamuri e Belisário em Concreto Betuminoso Usinado a Quente, Estrada de ligação entre os Distritos de Itamuri e Belisário, Município de Muriaé-MG.

5

Responsável técnico pela elaboração do projeto básico, orçamento e cronograma físico-financeiro

Arlan do Carmo Mendonça

CREA MG 177324/D

Centro Administrativo – Avenida Maestro Sansão, nº 236, 2º andar, Centro, Muriaé – MG,
CEP:36880-002. Telefone: (32)3696-3343

www.muriae.mg.gov.br



ESTADO DE MINAS GERAIS
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ
Secretaria Municipal de Obras Públicas
CNPJ: 17.947.581/0001-76

2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE MURIAÉ

Coordenadas:

- Latitude: 21°7'49'' Sul;
- Longitude: 42°22'3'' Oeste.

6



Figura 1: Localização do Município de Muriaé.



3. LOCALIZAÇÃO DA OBRA

Coordenadas:

- Ponto inicial:
 - Latitude: 20°59'27,28'' Sul;
 - Longitude: 42°23'48,04'' Oeste.
- Ponto final:
 - Latitude: 20°58'34,79'' Sul;
 - Longitude: 42°24'45,08'' Oeste.

7



Figura 2: Localização do local a sofrer a intervenção.



ESTADO DE MINAS GERAIS
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ
Secretaria Municipal de Obras Públicas
CNPJ: 17.947.581/0001-76

3.1. LEVANTAMENTO FOTOGRAFICO DA LOCALIDADE



8

Figura 3: Fotografias do local a sofrer intervenção – vista 1 e 2.



Figura 4: Fotografias do local a sofrer intervenção – vista 3 e 4.



Figura 5: Fotografias do local a sofrer intervenção – vista 5 e 6.

4. OBJETO E JUSTIFICATIVA

O objeto deste documento são as diretrizes executivas de obra de pavimentação de estrada rural em concreto betuminoso usinado a quente, no município de Muriaé - MG.

O objetivo é descrever os procedimentos que devem ser utilizadas para a execução, dentro das normas e da boa técnica.

Neste sentido, estas especificações técnicas têm por finalidade fornecer informações às CONTRATADAS que permitam a execução da obra conforme recomendações a serem observadas.

5. OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA

5.1. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

Deverá(ão) ser designado engenheiro(s) para responder tecnicamente pela execução do referido contrato, com a respectiva apresentação da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), conforme habilitações do CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia, conforme Resolução 218 de 29 de Junho de 1973, ou Resolução 1.010/05, quando a mesma estiver em vigor.



5.2. PLACA DE OBRA

A empresa CONTRATADA deverá fornecer e instalar junto à obra e antes do início da mesma, placas de obra referente ao contrato e convênio firmado com o Estado ou União, conforme modelo e dimensões fornecidos posteriormente pela FISCALIZAÇÃO.

10

5.3. DIÁRIO DE OBRA

A CONTRATADA deverá QUIZENALMENTE, entregar à Secretaria Municipal de Obras Públicas o diário de obra da quinzena, assinados pelo representante legal da empresa e pelo engenheiro responsável pela execução, informando também a evolução da obra de forma quantitativa e entregar fotografias diárias dos serviços executados.

5.4. RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA

Obter todas as licenças e franquias, inclusive alvará de execução de obras em vias públicas, a ser solicitado junto aos órgãos competentes de cada município com a devida antecedência. O pagamento de emolumentos prescritos em lei e observação de todas as posturas referente à obra. As despesas com cópias do projeto e memorial descritivo, necessários à execução e fiscalização da obra. Despesas decorrentes de leis trabalhistas, de consumo de luz, água, e que digam respeito à obra e aos serviços contratados.

A CONTRATADA se responsabilizará por danos ou morte de quaisquer pessoas ou danos as propriedades públicas e privadas, por ela causadas.

Após a conclusão de todas as fases da obra a CONTRATADA deverá promover a desmobilização mantendo a perfeita limpeza da mesma e ao entorno, não serão admitidos sobras de materiais tais como: pedaços de aço, formas e cimbramentos remanescentes. Deverá ser removido todo o entulho do canteiro e ser retirado do local da obra.

A FISCALIZAÇÃO deverá decidir as questões que venham a surgir quanto à qualidade e aceitabilidade dos materiais fornecidos, serviços executados, andamento, interpretação dos Projetos e Especificação e cumprimento satisfatório das cláusulas do Contrato.



Ficará por conta da CONTRATADA fornecer todo material, mão de obra e equipamento de acordo com as Normas Técnicas da ABNT.

Os serviços executados ou os materiais fornecidos, que não atenderem as exigências especificadas, deverão ser removidos, substituídos ou reparados, segundo instruções da FISCALIZAÇÃO e da maneira que esta determinar, e as despesas decorrentes destas substituições correrão por conta da CONTRATADA.

11

Caberá a CONTRATADA, a concreta aplicação da legislação em vigor relativa à Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho. A CONTRATADA se responsabilizará pelo emprego de equipamento de proteção individual, conforme estabelece a Portaria Ministerial Nº 3.214 e anexos.

6. DETALHAMENTO GERAL DA OBRA

O projeto é uma pavimentação em concreto betuminoso usinado a quente em uma extensão de 2.869 metros com uma caixa de estrada com 6,0 metros fixo, totalizando 17214 metros quadrados.

Deverá ser feita a escavação em uma profundidade de 33cm em toda a extensão, para a construção da sub-base, base, a camada de rolamento. Abaixo desta camada deverá ser feita a regularização e compactação do sub-leito garantindo um $CBR \geq 10\%$ e expansão $\leq 2,0\%$ na energia do proctor intermediário.

Em toda a extensão deverá ser construída uma sub-base de solo brita, com espessura de 16cm, 50-50 (solo-brita). Após compactado a sub-base deverá possuir $CBR \geq 30\%$ e expansão $\leq 1,0\%$ na energia do proctor intermediário.

Acima da sub-base deverá ser construída uma base solo brita, com espessura de 12cm, 40-60 (solo-brita). Após compactado a base deverá possuir $CBR \geq 80\%$ e expansão $\leq 0,5\%$ na energia do proctor modificado.

Acima da camada de base deverá ser construída uma camada de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) padrão DNIT, Faixa C, CAP 50/70, na espessura de 5cm (espessura esta que nunca poderá ser menor que 5cm).



Para garantir tal espessura das camadas a CONTRATADA deverá comprovar à FISCALIZAÇÃO através de furos de conferência que garantam a qualidade final dos serviços. Os furos deverão ser feitos na presença da FISCALIZAÇÃO. Os furos deverão ser feitos a cada 100 metros, podendo a FISCALIZAÇÃO alterar tal padronização a partir da qualidade do serviço apresentado.

Após o término da pavimentação a CONTRATADA deverá executar a sinalização vertical e horizontal. A sinalização horizontal é composta por aplicação de tinta e dispositivos auxiliares. A tinta deverá ser retrorrefletiva à base de resina acrílica com microesferas de vidro. O dispositivo auxiliar a ser executado é a taxa refletiva metálica bidirecional com um pino de fixação. Deverá ser instalada também placas de sinalização de advertência e de regulamentação.

7. DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE

Na Figura 6 é apresentada a distância média de transporte (DMT) do logradouro até o fornecedor de solo-brita mais próximo ao logradouro presente no município de Muriaé.

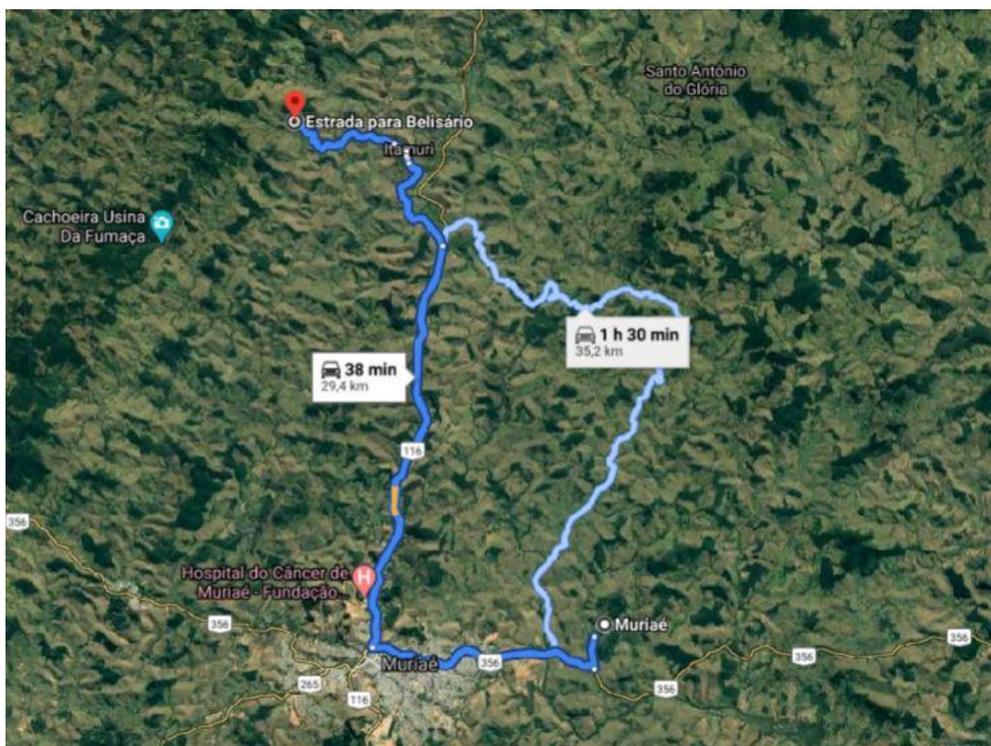


Figura 6: Distância média de transporte – solo brita.



Conforme apresentado na Figura 6 o DMT para o transporte do bota fora é de 29,4 km.

Na Figura 7 é apresentada a distância média de transporte (DMT) do logradouro até a fábrica de massa asfáltica mais próximo ao logradouro presente no município de Muriaé.

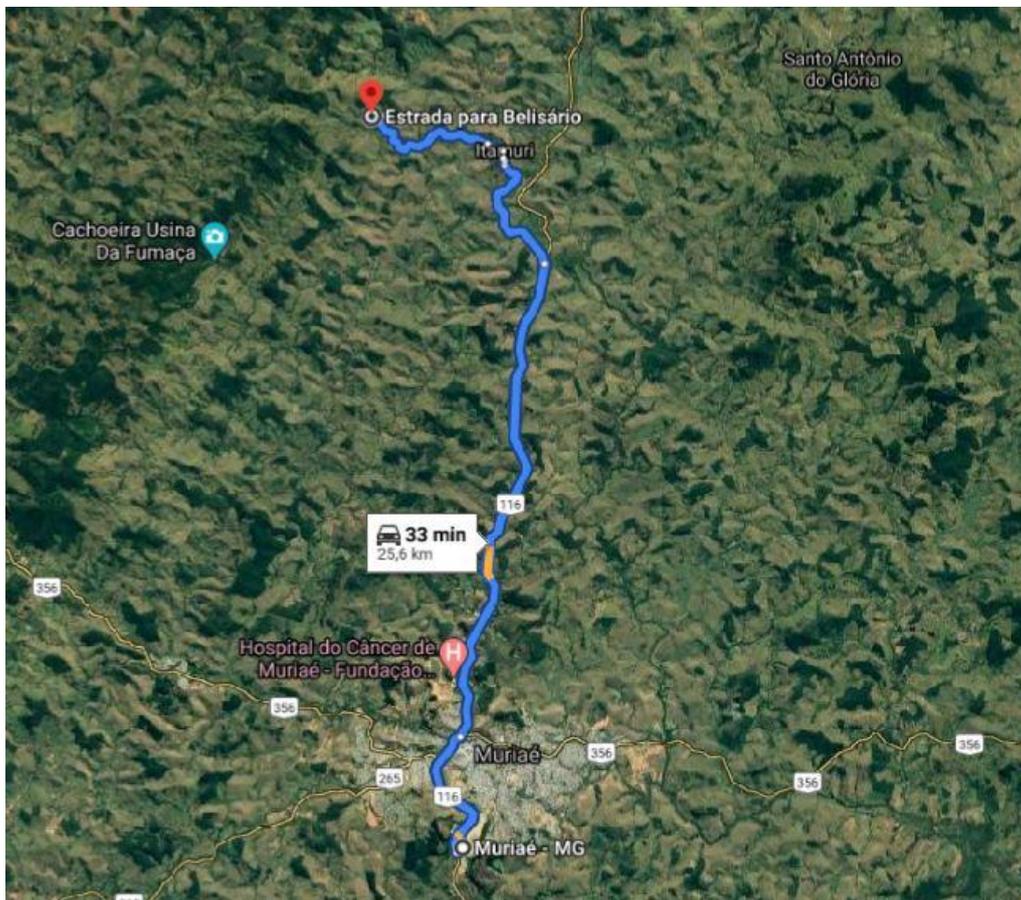


Figura 7: Distância média de transporte – massa asfáltica.

Conforme apresentado na Figura 7 o DMT para o transporte do bota fora é de 25,6 km.

8. RECEBIMENTO DA OBRA

8.1. RECEBIMENTO PROVISÓRIO

TERMO DE RECEBIMENTO PROVISÓRIO. Quando a obra e demais serviços contratados ficarem inteiramente concluídos, de perfeito acordo com o CONTRATO, será lavrado um termo de recebimento provisório, que será passado em três ou mais vias, todas elas assinadas pela FISCALIZAÇÃO.



CONDIÇÃO. O recebimento provisório só poderá ocorrer após terem sido realizados todos os serviços e/ou reparos informados pela FISCALIZAÇÃO.

8.2. RECEBIMENTO DEFINITIVO

14

TERMO DE RECEBIMENTO DEFINITIVO. O termo de recebimento definitivo das obras e serviços contratados será lavrado de acordo com o contrato, dias após o recebimento provisório, caso tenham sido satisfeitas todas as condições contratuais, bem como o atendimento das exigências a seguir:

- a) condição: atendidas todas as reclamações da Comissão de Recebimento Definitivo, referentes a defeitos ou imperfeições que venham a ser verificadas em qualquer elemento da obra e serviços executados;
- b) emissão: solucionadas todas as reclamações porventura feitas quanto à falta de pagamento de operários ou fornecedores de materiais e prestadores de serviços, empregados na edificação;
- c) documentação: apresentação do Certificado de Quitação com o INSS, para que seja expedida a CND.

9. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

9.1. SERVIÇOS PRELIMINARES

9.1.1. Placa de Obra

A placa de obras deve ser feita em chapa galvanizada, 3,0mx1,5m, 0,26 afixadas com rebites 540 e parafusos 3/8, em estrutura metálica viga U de 2” enrijecida com matalon 20x20, suporte em eucalipto autoclavado pintadas em frente e verso com fundo anticorrosivo e tinta automotiva.



9.2. MOVIMENTAÇÃO DE TERRA

9.2.1. Escavação mecânica de material de 1ª categoria, carga e transporte

9.2.1.1. Materiais de escavação mecânica

15

- Materiais de 1ª categoria:

Compreendem os solos em geral, de natureza residual ou sedimentar e seixos rolados ou não com diâmetro máximo de 0,15 cm. Em geral todos os materiais são escavados por tratores escavo-transportadores de pneus, empurrados por tratores esteiras de peso compatível ou por escavadeiras hidráulicas. Sua escavação não exige o emprego de explosivo.

9.2.1.2. Equipamentos para escavação mecânica

Antes do início da execução dos serviços todos os equipamentos devem ser examinados e aprovados pelo PMM/MG.

A seleção de equipamentos deve obedecer às seguintes indicações:

- tratores de esteiras equipados com lâmina;
- escavo-transportador ou escavadores conjugados;
- caminhões basculantes;
- pás carregadeiras;
- motoniveladoras e escavadeiras hidráulica; e
- tratores para operação de push

9.2.1.3. Execução de escavação mecânica

Todas as escavações devem ser executadas nas larguras e com a inclinação dos taludes indicados no projeto.

A escavação dos cortes deve obedecer aos elementos técnicos fornecidos pelo projeto de terraplenagem e nas notas de serviço. O desenvolvimento dos trabalhos deve otimizar a utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Apenas são transportados para



constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuados nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros, em conformidade com o projeto.

Constatada a conveniência técnica e econômica de reserva de materiais escavados em cortes, para execução de camadas superficiais da plataforma, é recomendável o depósito dos referidos materiais em locais indicados pela fiscalização para sua oportuna utilização.

Não devem ser permitidos materiais soltos provenientes de limpeza ou escavação nas proximidades das linhas de off-set's dos cortes. Durante a execução, o executante é responsável pela manutenção dos caminhos de serviço sem ônus ao contratante. Todos os danos ou prejuízos que porventura ocorram em propriedades limdeiras, durante a execução dos serviços são de responsabilidade exclusiva do executante.

9.2.2. Compactação de aterro

9.2.2.1. Classificação dos materiais de aterro

Os materiais a serem utilizados na confecção dos aterros deverão ser preferencialmente de 1ª categoria, admitindo-se o emprego de materiais de 2ª categoria e 3ª categoria em casos especiais, a serem definidos pela FISCALIZAÇÃO.

Os solos a serem utilizados como material de aterro deverá atender as seguintes especificações:

- a) Isenção de matéria orgânica, micácea ou diatomácea;
- b) Expansão máxima, determinada pelo Índice de Suporte Califórnia (ABNT NBR 9895:2016 – Solo: Índice de Suporte Califórnia (ISC) – Método de ensaio), utilizando-se a energia do Proctor normal de:
 - i. 5% para o corpo geral do aterro;
 - ii. 2% para as camadas finais.



9.2.2.2. Execução de aterro

Os materiais a serem utilizados nos aterros deverão atender as especificações do PROJETO de aterro e na ausência deste, deverão ser convenientemente escolhidos, isentos de material orgânico, de materiais argilosos expansivos e de materiais de baixo suporte, dando-se preferência à utilização de areia ou de solos preponderantemente arenosos. Estes materiais deverão ser previamente autorizados pela FISCALIZAÇÃO.

O lançamento do material do aterro será executado em camadas com espessuras não superiores a 0.30m de material solto, medidas rigorosamente por meio de pontaletes.

Antes do início dos aterros de grande porte, a CONTRATADA apresentará à FISCALIZAÇÃO um plano de execução indicando o número de camadas, os equipamentos que serão utilizados no espalhamento, umedecimento, homogeneização e compactação, os materiais a serem empregados e o controle de qualidade a ser efetuado.

Nos aterros de pequenas dimensões deverão ser utilizados compactadores manuais de pequeno porte, executando-se nesses casos camadas com espessuras de 0.10m, com materiais adequados e devidamente preparada. As camadas não deverão ter mais de 0.20m nem menos de 0.10m de espessura após a compactação adequada.

Os materiais serão convenientemente espalhados, umedecidos, homogeneizados e compactados até ser atingido o grau de compactação especificado no PROJETO. Só será admitido à utilização de pilões manuais em trabalhos secundários ou em locais de difícil manuseio, como em reaterro de valas.

9.3. PAVIMENTAÇÃO

9.3.1. Regularização e compactação do subleito

9.3.1.1. Materiais

O material a ser empregado na regularização do subleito deve apresentar as seguintes características iguais ou superiores:



- a) a granulometria determinada conforme NBR 7181, deve ter o diâmetro máximo das partículas deve ser de 76 mm;
- b) o CBR determinado conforme NBR 9895, ou Mini-CBR imerso, determinado conforme DER/SP M 192, deve ser superior a 10%. A energia de compactação a ser adotada deverá ser a intermediária;
- c) a expansão determinada no ensaio de CBR, de acordo com a NBR 9895, ou no ensaio de Mini-CBR, conforme DER/SP M 192, utilizando a energia normal, deve ser igual ou inferior a 2%;
- d) pertencer a um dos seguintes grupos: LA, LA', LG', NA, NA' ou NG', da classificação da metodologia MCT, conforme DER/SP M 196.

9.3.1.2. Equipamentos

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo PMM. O equipamento básico para a execução da regularização do subleito compreende as seguintes unidades:

- a) caminhões basculantes;
- b) pá carregadeira;
- c) motoniveladora equipada com escarificador, com dispositivos para controle de profundidade;
- d) caminhão tanque irrigador de água, com no mínimo 6.000 litros de capacidade, equipado com motobomba capaz de distribuir água sob pressão regulável e de forma uniforme;
- e) rolos compactadores: vibratório ou estático, de pneus lisos ou pé de carneiro, capaz de produzir a compactação e o acabamento final;
- f) trator agrícola com arados e grade de discos;
- g) compactador vibratório portátil ou sapos mecânicos, uso eventual;
- h) duas régua de madeira ou metal, uma de 1,20 m e outra de 3,00 m de comprimento; e
- i) pequenas ferramentas, tais com: pás, enxadas, garfos, rastelos etc



9.3.1.3. Execução

- a) **Condições Gerais:** não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva.
- b) **Conformação e Escarificação:** inicialmente deve-se proceder verificação geral, mediante nivelamento geométrico, comparando as cotas da superfície existente, com as cotas previstas no projeto para a camada final de terraplenagem. Segue-se, posteriormente, a escarificação geral da superfície do subleito obtido até a profundidade de 0,20 m abaixo da plataforma de projeto, nos segmentos em que a terraplenagem estiver concluída. Caso seja necessária a complementação de materiais, deve-se lançá-los preferencialmente antes da escarificação, para, em seguida, efetuar as operações de pulverização e homogeneização do material. Eventuais fragmentos de pedra com diâmetro superior a 76 mm, raízes ou outros materiais estranhos devem ser removidos. Com atuação da motoniveladora, através de operações de corte e aterro, deve-se conformar a superfície existente, adequando-a ao projeto, de acordo com os perfis transversais e longitudinais. Os materiais excedentes resultantes das operações de corte que possuam as características que permitam a sua utilização em: aterros, camada final de terraplenagem ou em outras camadas do pavimento devem ser transportados para locais designados pela fiscalização para utilização posterior, de acordo com o estabelecido em projeto ou indicado pela fiscalização.
- c) **Homogeneização do Material:** o material espalhado e escarificado, após ter atingido a cota desejada, deve ser, umedecido, se necessário, e homogeneizado mediante ação combinada da grade de discos e operações com a motoniveladora. Essas operações devem prosseguir até que o material se apresente visualmente homogêneo, isento de grumos ou torrões. Admitem-se variações do teor de umidade entre -2,0% a +1,0% da umidade ótima de compactação. Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder o umedecimento da camada através de caminhão tanque irrigador. Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, deve-se aerar o material mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora, para que o material atinja o intervalo da umidade especificada.



- d) **Compactação:** concluídas as correções necessárias para obtenção do teor ótimo da umidade especificada, deve-se conformar a camada pela ação da motoniveladora, iniciando em seguida a compactação. Nos trechos em tangente, a compactação deve ser executada das bordas para o centro, em percurso equidistante da linha de base, eixo. O percurso ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade de faixa do percurso anterior. Nos trechos em curva, havendo sobrelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para trechos em tangente. Nas partes adjacentes ao início e ao fim da camada em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha do eixo. Nos locais inacessíveis aos rolos compactadores, como cabeceiras de obra de arte etc., a compactação deve ser executada com compactadores portáteis, manuais ou mecânicos. As operações de compactação devem prosseguir até que se atinja o grau de compactação de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida na energia normal, obtida conforme NBR 7182. O número de passadas necessárias do equipamento de compactação, para atingir grau de compactação exigido, deve ser determinado experimentalmente na pista. Deve ser realizada nova determinação sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.
- e) **Acabamento:** o acabamento deve ser executado pela ação conjunta da motoniveladora e do rolo de pneus ou liso. A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material. As pequenas depressões e saliências, resultantes da atuação de rolo pé de carneiro de pata curta, podem ser toleradas, desde que o material não se apresente solto, sob a forma de lamelas. Em complementação às operações de acabamento, deve-se proceder a remoção das leiras, que se formam lateralmente à pista acabada, como resultado da conformação da regularização do subleito;
- f) **Abertura ao Tráfego:** não deve ser permitida a liberação de tráfego ao usuário face à possibilidade de danos ao serviço executado, em especial sob condições climáticas adversas.



9.3.2. Sub-base e Base em solo brita

9.3.2.1. Materiais

- Solo

Os solos empregados devem ser os provenientes de ocorrências de materiais das áreas de empréstimo e jazidas, devendo apresentar as seguintes características:

- a) os materiais finos dos solos, isto é, com diâmetro inferior a 0,42 mm devem satisfazer as seguintes condições:
 - i. ter limite de liquidez determinado conforme NBR 6459; inferior a 25%;
 - e
 - ii. ter índice de plasticidade inferior a 6%.
- Agregado

A brita deve ser obtida de agregado pétreo britado, classificada de acordo com NBR 7225, pode ser constituída de pedra 1, pedra 2, pedrisco e pó de pedra ou composição destas. Deve possuir as seguintes características:

- a) os agregados utilizados obtidos a partir da britagem e classificação de rocha são devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, assim como de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;
 - b) a granulometria da brita deve ser tal que passe 100% na peneira de 19,0 mm;
 - c) o desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51, deve ser inferior a 50%;
 - d) a perda no ensaio de durabilidade, conforme DNER ME 089, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20% e com sulfato de magnésio inferior a 30%; e
 - e) índice de forma superior a 0,5 e porcentagem de partículas lamelares inferior a 10%, conforme NBR 6954.
- Mistura solo-brita

A mistura solo-brita deve satisfazer as seguintes exigências:



- a) a porcentagem de brita, em peso da mistura, não pode ser inferior a 50%;
- b) CBR \geq 80% e expansão \leq 0,5% na energia modificada, conforme com NBR 9895, para base do pavimento, para base;
- c) CBR \geq 30% e expansão \leq 1,0% na energia intermediária, conforme com NBR 9895, para base do pavimento, para sub-base;
- d) deve-se utilizar uma mistura seguindo as recomendações da Tabela 1;

Tabela 1: Faixas granulométricas.

Peneira de Malha Quadrada		% em Massa, Passando					Tolerância
ASTM	mm	I	II	III	IV	V	
1"	25,4	100					
3/4"	19,0	-	100	100	100	100	
3/8"	9,5	30 – 65	50 – 85	60 – 100	-	-	± 7
n° 4	4,8	25 – 55	35 – 65	50 – 85	55 – 100	70 – 100	± 5
n° 10	2,0	15 – 40	25 – 50	40 – 70	40 – 100	55 – 100	± 5
n° 40	0,42	8 – 20	15 – 30	20 – 50	20 – 55	30 – 70	± 5
n° 200	0,075	2 – 8	5 – 20	7 – 20	8 – 25	10 – 25	± 2

Fonte: ET-DE-P00/006.

- e) a porcentagem do material que passa na peneira n° 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira n° 40; h) o material da mistura que passar na peneira n° 40 (0,42 mm) deve atender a uma das condições especificadas no “solo” acima.

9.3.2.2. Equipamentos

Antes do início dos serviços, todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo PMM/MG.

O equipamento básico para a execução da base de solo-brita compreende as seguintes unidades:

- a) caminhões basculantes;
- b) pá-carregadeira;
- c) motoniveladora;



- d) distribuidor de agregados autopropelido
- e) e) caminhão tanque irrigador de água de no mínimo 6.000 litros, equipada com motobomba, capaz de distribuir água sob pressão regulável e uniformemente;
- f) compactador vibratório portátil ou sapo mecânico, uso eventual;
- g) duas réguas de madeira ou metal, uma de 1,20 e outra de 3,00 m de comprimento;
- h) rolo de pneus de pressão variável;
- i) rolo vibratório liso ou corrugado (pata curta);
- j) rolo estático tipo pé de carneiro (pata longa);
- k) pequenas ferramentas, tais como pás, enxadas, garfos, rastelos etc.; e
- l) usina de mistura de solos.

9.3.2.3. Execução

- a) **Condições Gerais:** não é permitida a execução dos serviços em dia de chuva. A camada de base em solo-brita só pode ser executada quando a camada subjacente estiver liberada. A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade antes da execução da base de solo-brita. Durante todo o tempo de execução da base de solo-brita, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação;
- b) **Produção da Mistura:** a usina deve ser calibrada adequadamente, de forma assegurar a obtenção das características desejadas para as misturas dos materiais. O nível de carregamento dos silos dos materiais a serem misturados deve ser mantido constante, de modo a evitar a descontinuidade na produção da mistura. A mistura deve sair da usina perfeitamente homogeneizada, com teor de umidade ligeiramente acima da umidade ótima, para fazer frente às perdas no decorrer das operações construtivas subsequentes. Não é permitida a estocagem do material usinado para utilização posterior;
- c) **Transporte e Distribuição:** a mistura deve ser transportada em caminhões basculantes, protegidos com lonas para que o material não perca umidade e nem receba água de chuva. A mistura deve ser distribuída por equipamento capaz de



manter a espessura regular e uniforme, sem ocorrência de segregação, em toda a largura da plataforma, de forma tal que, após a compactação, sua espessura não exceda 20 cm nem seja inferior a 10 cm. A variação do teor de umidade admitido para o material ao final da distribuição e para início da compactação é de $-2,0\%$ a $+1,0\%$ da umidade ótima de compactação;

- d) **Compactação:** na fase inicial da obra, devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferenciadas de execução, na sequência operacional de utilização dos equipamentos de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação. Deve-se estabelecer o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para atingir o grau de compactação especificado. Deve ser realizada nova determinação sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado. Nos trechos em tangente, a compactação deve ser executada das bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha base, eixo. Os percursos ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa coberta no percurso anterior. Nos trechos em curva, havendo sobrelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente. Nas partes adjacentes ao início e ao fim da sub-base ou base em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha base, eixo. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for desejável, tais como cabeceira de obras de arte, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios mecânicos. Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada mediante emprego de carro tanque irrigador de água. Esta operação é recomendada sempre que o teor de umidade estiver abaixo do limite inferior do intervalo de umidade admitido para a compactação. As operações de compactação devem prosseguir em toda a espessura da sub-base ou base, até que se atinja grau de compactação mínimo de 100% em relação à massa específica máxima, obtida no ensaio NBR 7182, na energia modificada, para as bases ou na energia intermediária, para as sub-bases;
- e) **Acabamento:** o acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos de pneus de rodas lisa. A motoniveladora deve atuar,



quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material;

- f) Abertura ao Tráfego: a base de solo-brita não deve ser submetida à ação direta das cargas e da abrasão do tráfego. Não deve ser executado pano muito extenso, para que a camada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

9.3.3. Imprimação asfáltica

9.3.3.1. Materiais

- a) Ligante asfáltico

Deve ser empregado CM -30, asfalto diluídos de cura média.

Todo o carregamento de asfalto diluído que chegar à obra deve apresentar por parte do fabricante ou distribuidor o certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos pela especificação, correspondente à data de fabricação, ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar 10 dias.

- b) Taxa de aplicação

A taxa de aplicação do asfalto diluído é obtida experimentalmente, variando-se a taxa de aplicação entre 0,7 l/m² a 1,5 l/m², em função do tipo e textura da camada a ser imprimada. A taxa determinada deve ser aquela que após 24 horas, produza uma película asfáltica consistente na superfície imprimada, sem excessos ou deficiências.

9.3.3.2. Equipamentos

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo PMM/MG.

Os equipamentos necessários para execução da imprimação impermeabilizante compreendem as seguintes unidades:



- a) depósitos de material asfáltico, que permitam o aquecimento adequado, de maneira uniforme, e que tenham capacidade compatível com o consumo da obra no mínimo para um dia de trabalho;
- b) vassouras mecânicas rotativas, trator de pneus e vassouras manuais;
- c) jato de ar comprimido ou sopradores de ar;
- d) caminhão distribuidor de cimento asfáltico, com sistema de aquecimento, bomba de pressão regulável, barra de distribuição de circulação plena e dispositivos de regulagem horizontal e vertical, bicos de distribuição calibrados para aspersão em leque, tacômetros, manômetros e termômetros de fácil leitura, e mangueira de operação manual para aspersão em lugares inacessíveis à barra.

9.3.3.3. Execução

Antes da aplicação da imprimação asfáltica deve-se proceder à limpeza da superfície, que deve ser executada com emprego de vassouras mecânicas rotativas ou manuais, jato de ar comprimido, sopradores de ar ou, se necessário lavagem. Devem ser removidos todos os materiais soltos e nocivos encontrados sobre a superfície da camada.

O material asfáltico não deve ser distribuído com temperatura ambiente abaixo de 10° C, em dias de chuva ou sob o risco de chuva. A temperatura de aplicação do material asfáltico deve ser fixada em função da viscosidade da relação x viscosidade, a faixas de viscosidade recomendada para espalhamento para asfaltos diluídos são de 20 a 60 segundos, *Saybolt-Furol*.

A distribuição do material asfáltico não pode ser iniciada enquanto a temperatura necessária à obtenção da viscosidade adequada à distribuição não for atingida e estabilizada.

Devem-se tomar precauções no aquecimento dos asfaltos diluídos durante o transporte e armazenamento: em função do baixo ponto de fulgor dos produtos, o risco de incêndio é maior.

Aplica-se, em seguida, o material asfáltico, na temperatura compatível e na quantidade especificada e ajustada experimentalmente no campo e de maneira uniforme. A



imprimação deve ser aplicada em uma vez, em toda a largura da faixa a ser tratada. Durante a aplicação, devem ser evitados e corrigidos imediatamente o excedente ou a falta do material asfáltico.

Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível fechada ao tráfego. Quando isto não for possível, deve-se trabalhar em meia pista, executando a imprimação da adjacente assim que a primeira for liberada ao tráfego.

Após a aplicação, o material asfáltico deve permanecer em repouso até que se verifiquem as condições ideais de penetração e cura, de acordo com a natureza e tipo do material asfáltico empregado.

Deve-se evitar o emprego de pedrisco ou areia, com a finalidade de permitir o tráfego sobre a superfície imprimada, não curada.

Cabe à contratada a responsabilidade de manter dispositivo eficiente de controle do tráfego, de forma a não permitir a circulação de veículos sobre a área imprimada antes de completada a cura.

A imprimação impermeabilizante não deve ser submetida 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 depois de verificadas as condições previstas de penetração e cura.

9.3.4. Pavimentação asfáltica

9.3.4.1. Materiais

Os materiais constituintes do concreto asfáltico são: agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento, fíler, ligante asfáltico, e melhorador de adesividade, se necessário.

- a) **Cimento Asfáltico** Deve ser utilizado CAP 50-70, 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. Todo o carregamento de cimento asfáltico que chegar à usina 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.

b) Agregados

i. Agregado Graúdo: deve constituir-se por pedra britada ou seixo rolado britado, apresentando partículas sãs, limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deve atender aos seguintes requisitos:

- desgaste Los Angeles igual ou inferior a 50%, conforme NBR NM 51;
- admite-se excepcionalmente agregados com valores com índice de desgaste Los Angeles superior a 50% se: apresentarem comprovadamente desempenho satisfatório em utilização anterior; a degradação do agregado após a compactação Marshall, com ligante ID_{ml} , e sem ligante ID_m , determinada conforme método DNER ME 401, deve apresentar valores $ID_{ml} \leq 5\%$ e $ID_m \leq 8\%$;
- quando obtidos por britagem de pedregulhos, 90% em massa dos fragmentos retidos na peneira nº 4, de 4,8 mm, devem apresentar no mínimo uma face fragmentada pela britagem;
- índice de forma superior a 0,5 e partículas lamelares inferior a 10%, conforme NBR 6954;
- os agregados utilizados devem apresentar perdas inferiores a 12% quando submetidos à avaliação da durabilidade com sulfato de sódio, em cinco ciclos, conforme DNER ME 089.



ESTADO DE MINAS GERAIS
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ
Secretaria Municipal de Obras Públicas
CNPJ: 17.947.581/0001-76

- ii. 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:
- o equivalente de areia conforme NBR 12052 da mistura dos agregados miúdos, deve ser igual ou superior a 55%.
- iii. Material de enchimento: o material de enchimento deve ser de natureza mineral finamente dividido, tal como cimento Portland, cal extinta, pós calcários, cinzas volantes etc, conforme DNER EM 367. Na aplicação, o fíler deve estar seco e isento de grumos. A granulometria a ser atendida deve obedecer aos limites estabelecidos na Tabela 2.

Tabela 2: Faixas granulométricas.

Peneira de Malha Quadrada		% em Massa, Passando
ASTM	Mm	
n° 40	0,42	100
n° 80	0,18	95 – 100
n° 200	0,075	65 – 100

Fonte: ET-DE-P00/027.

- iv. Composição da mistura: a composição da mistura deve satisfazer aos requisitos apresentados na Tabela 3.



Tabela 3: Faixas granulométricas.

Peneira de Malha Quadrada		Designação				Tolerâncias
ASTM	mm	I	II	III	IV	
		% 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	

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

Fonte: ET-DE-P00/027.

9.3.4.2. Equipamentos

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

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

- Usina para Misturas Asfálticas:** 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, alimentador de fíler, 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 massas específicas dos diferentes tipos de ligantes asfálticos e para seleção de velocidade dos alimentadores dos agregados frios;

- b) **Caminhão para Transporte da Mistura:** os caminhões tipo basculante para o transporte do concreto asfáltico deve ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico ou solução de cal hidratada, 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;
- c) **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.

- d) **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 esta atinja o grau de compactação exigido, enquanto está se encontrar em condições de trabalhabilidade
- e) **Ferramentas e Equipamentos Acessórios:** devem ser utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos e ferramentas:
- i. soquetes mecânicos ou placas vibratórias para a compactação de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
 - ii. pás, garfos, rodos e ancinhos para operações eventuais;
 - iii. vassouras rotativas, compressores de ar para limpeza da pista; e
 - iv. caminhão tanque irrigador para limpeza de pista.

9.3.4.3. Execução

- a) **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;
- b) **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 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 não tiver 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.

- c) **Produção do Concreto asfáltico:** o concreto asfáltico deve ser produzido em usinas apropriadas. 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 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, recomendava-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. 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.
- d) **Transporte do Concreto Asfáltico:** o concreto asfáltico produzido deve ser transportado da usina ao local de aplicação, 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.

- e) **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 se destina 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 esta 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.
- f) **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:

- i. inicia-se a rolagem com uma passada com rolo liso;
- ii. logo após, a passada com rolo liso, inicia-se a rolagem com uma passada do rolo pneumático atuando com baixa pressão;
- iii. à medida que a mistura for sendo compactada e houver conseqüente crescimento de sua resistência, seguem-se coberturas com o rolo pneumático, com incremento gradual da pressão;
- iv. o acabamento da superfície e correção das marcas dos pneus deve ser feito com o rolo tandem, sem vibrar;
- v. a compactação deve ser iniciada pelas bordas, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista;
- vi. cada passada do rolo deve ser recoberta na seguinte, em 1/3 da largura do rolo;
- vii. 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;
- viii. 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.

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

9.4. SINALIZAÇÃO E DISPOSITIVOS AUXILIARES

9.4.1. Tinta horizontal

9.4.1.1. Material

9.4.1.1.1. Tinta

A tinta é uma mistura de ligantes, partículas granulares com elementos inertes, pigmentos e seus agentes dispersores, micro esferas de vidro e outros componentes que propiciem ao material, qualidades que atendam à finalidade a que se destina. As tintas devem atender aos requisitos da NBR 11862.

O recipiente da tinta deve apresentar-se em bom estado de conservação, consideram-se como defeitos as seguintes ocorrências:

- fechamento imperfeito;
- vazamento;
- falta de tinta;
- amassamento;
- rasgões e cortes;
- falta ou insegurança de alça;
- má conservação; e
- marcação deficiente.

Após aplicação, deve apresentar plasticidade e elevada aderência às esferas de vidro retrorefletivas, ao pavimento ou sinalização anterior, devendo resultar em uma película fosca, de aspecto uniforme, não podendo ser constatada a ocorrência de rachaduras, manchas ou outras irregularidades durante o período de sua vida útil.



9.4.1.1.2. Esferas de vidro

As esferas de vidro devem atender aos requisitos das normas NBR 6831.

9.4.1.1.3. Solvente

37

Os solventes usados na diluição da tinta ou limpeza dos equipamentos devem ser os indicados pelo fabricante da tinta e previamente aprovados pela fiscalização do PMM/MG.

9.4.1.2. Equipamentos

Devem ser utilizados os seguintes equipamentos:

- escovas, compressores para limpeza com jato de ar ou água, de forma a limpar e secar apropriadamente a superfície a ser demarcada;
- motor de autopropulsão;
- compressor com tanque pulmão de ar, com capacidade no mínimo 20% superior à necessidade típica de aplicação, 60 CFM a 100 lb/pol² ;
- tanques pressurizados para tinta, fabricados em aço inoxidável, ou aço carbono, material que requer manutenção mais intensa;
- reservatórios para microesferas de vidro a serem aplicadas por aspersão;
- agitadores mecânicos para homogeneização da tinta;
- quadro de instrumentos e válvulas para regulagem, controle de acionamento de pistolas, conta-giro, horímetro e odômetro;
- sistema de limpeza com solvente;
- sistema seqüenciador para atuação automática das pistolas de tinta, permitindo variar o comprimento e a cadência das faixas;
- dispositivos a ar comprimido para aspersão das microesferas de vidro, espalhadores, devendo apresentar flexibilidade para troca de bicos, orifícios, adequando-se para aspergir microesferas de quaisquer granulometrias e pressões entre 2 e 5 lb/pol² ;
- sistemas limitadores de faixa;
- sistemas de braços suportes para pistolas;



- dispositivos de segurança;
- termômetro para quantificar a temperatura ambiente do pavimento, um higrômetro para a umidade relativa do ar, trena e um medidor de espessura

9.4.1.3. Execução

9.4.1.3.1. Considerações gerais

Os serviços não podem ser executados quando a temperatura ambiente estiver acima de 40°C ou estiver inferior a 5°C, e quando tiver ocorrido chuva 2 horas antes da aplicação.

A diluição da tinta só pode ser feita após a adição das microesferas de vidro tipo I A, com no máximo 5% em volume de água potável, para o ajuste da viscosidade. Qualquer outra diluição deve ser expressamente determinada ou autorizada pela fiscalização do PMM/MG.

Sempre que houver insuficiência de contraste entre as cores do pavimento e da tinta, as faixas demarcatórias devem receber previamente pintura de contraste na cor preta, para proporcionar melhoria na visibilidade diurna. A tinta preta deve ter as mesmas características da utilizada na demarcação.

A espessura de aplicação deve ser de no mínimo 0,5 mm.

A abertura do trecho ao tráfego somente pode ser feita após, no mínimo, 30 minutos após o término da aplicação.

A aplicação pode ser mecânica ou manual.

9.4.1.3.2. Pré-marcação

Deve ser efetuada pré-marcação antes da implantação a fim de garantir o alinhamento e configuração geométrica da sinalização horizontal.



9.4.1.3.3. Limpeza

Antes da aplicação da tinta, a superfície do pavimento deve estar limpa, seca, livre de contaminantes prejudiciais à pintura. Devem ser retirados quaisquer corpos estranhos aderentes ou partículas de pavimento em estado de desagregação.

9.4.1.3.4. Misturas das esferas de vidro à tinta

As esferas de vidro retro-refletivas tipo I B devem ser adicionadas à tinta na razão de 200 g/l de tinta, de modo a permanecerem internas à película aplicada. As esferas de vidro retro-refletivas tipo I B ou C devem ser aspergidas concomitantemente com a tinta à razão de 350 g/m², resultando em perfeita incorporação das esferas de vidro na película de tinta.

9.4.2. Tacha refletiva

9.4.2.1. Material para tacha refletiva

Além do atendimento à NBR 14636), as tachas refletivas devem possuir as seguintes características.

9.4.2.1.1. Corpo

O corpo deve ser em material durável, com alta resistência a impactos e pode ser apresentado nas cores amarela, cinza, branca ou incolor. As dimensões recomendadas são: 100 mm x 90 mm x 20 mm, não se recomendando a utilização de corpos com altura superior a 21 mm. O formato do corpo deve prever condições de limpeza dos elementos refletivos pela ação do tráfego e das chuvas. Deve apresentar ainda ranhuras ou cavidades em sua parte inferior de forma a permitir a penetração do material de colagem. As tachas devem suportar a aplicação de carga de compressão de 15000 kgf.

9.4.2.1.2. Pino de fixação

O pino de fixação deve ser em parafuso de aço com rosca completa para a perfeita aderência ao solo e possuir proteção contra corrosão. Deve ter cabeça arredondada,



embutida no corpo da tacha, para que no caso de quebra a tacha não se torne agressiva ao tráfego.

9.4.2.1.3. Pino de fixação

O pino de fixação deve ser em parafuso de aço com rosca completa para a perfeita aderência ao solo e possuir proteção contra corrosão. Deve ter cabeça arredondada, embutida no corpo da tacha, para que no caso de quebra a tacha não se torne agressiva ao tráfego.

9.4.2.1.4. Catadióptrico

O catadióptrico, ou elemento refletivo, deve ser constituído por elemento de plástico ou vidro lapidado e espelhado. Deve estar perfeitamente embutido no corpo da tacha. O elemento refletivo pode ser branco, amarelo ou vermelho, conforme especificações do projeto de sinalização. Caso não seja mencionada a cor especificamente, esta deve ser branca. Os catadióptricos devem atender integralmente a norma NBR 14636.

9.4.2.1.5. Retro-refletividade

A retro-refletividade das tachas devem atender o especificado na NBR 14636.

9.4.2.1.6. Cola

A cola deve permitir perfeita aderência entre a tacha e o pavimento; seu tempo de secagem não pode ser superior a 30 minutos.

9.4.2.2. Equipamento para tacha refletiva

Equipamentos mínimos para implantação de tachas refletivas:

- veículo tipo pick-up ou utilitário, com motorista;
- duas furadeiras elétricas 3/4";
- compressor de ar comprimido;
- ferramentas manuais diversas;
- equipamentos de sinalização de obras.



9.4.2.3. Execução da tacha refletiva

9.4.2.3.1. Considerações gerais

A abertura do trecho ao tráfego só deve ser permitida após 45 minutos da última colagem efetuada.

Cabe à fiscalização do PMM/Mg definir os trechos considerados como de reposição contínua ou esparsa. É necessário o acompanhamento dos serviços pela polícia rodoviária. A colocação não deve ser executada em dias chuvosos ou com o pavimento molhado.

9.4.2.3.2. Pré-marcação

Deve ser efetuada a pré-marcação antes da fixação da tacha ao pavimento para o perfeito alinhamento e posicionamento das peças, que deve obedecer ao projeto fornecido pela PMM/MG.

9.4.2.3.3. Furação

Deve ser executado um furo no pavimento com a utilização de broca de vídea, na profundidade aproximada de 60 mm, para a perfeita ancoragem da tacha refletiva.

Deve-se, em seguida, efetuar a limpeza do furo executado com jato de ar.

9.4.2.3.4. Limpeza

Para melhor aderência das tachas ao pavimento é necessário efetuar limpeza, eliminando poeira, torrões de argila, agregados soltos, manchas de óleo ou asfalto etc. Em conformidade com a situação existente, deve se empregar na limpeza ar comprimido, varredura, escova de aço, lixa, detergente etc.

9.4.2.3.5. Colagem

Após a limpeza do furo para fixação do pino, este deve ser totalmente preenchido com cola, com consumo médio de 80 g por tacha. Em seguida, espalha-se a cola sobre o pavimento no local de aplicação do corpo da tacha.



O adesivo deve preencher totalmente as cavidades e ranhuras existentes na parte inferior da tacha. Após a colocação da tacha, deve-se firmá-la no chão, pressionando-a contra o pavimento, para obter aderência uniforme de todo o corpo da tacha.

Não se admite trechos do corpo da tacha em balanço.

Quando a superfície do pavimento for irregular, a cola deve ser o nivelador das irregularidades.

Os excessos de cola devem ser removidos.

9.4.3. Placa de sinalização

9.4.3.1. Material para placa de sinalização

9.4.3.1.1. Chapa de aço

As chapas destinadas à confecção das placas de aço devem ser planas, do tipo NB 1010/1020, com espessura de 1,25 mm, bitola #18, ou espessura de 1,50 mm, bitola #16.

Deve atender integralmente a NBR 11904 - Placas de aço para sinalização viária.

9.4.3.1.2. Tratamento

As chapas de aço depois de cortadas nas dimensões finais e furadas, devem ter as suas bordas lixadas antes do processo de tratamento composto por: retirada de graxa, decapagem, em ambas as faces; aplicação no verso de demão de wash primer, a base de cromato de zinco com solvente especial para a galvanização de secagem em estufa.

9.4.3.1.3. Acabamento

O acabamento final do verso pode ser feito:

- com uma demão de primer sintético e duas demãos de esmalte sintético, à base de resina alquídica ou poliéster na cor preto fosco, com secagem em estufa à temperatura de 140 °C, ou;



- com tinta a pó, à base de resina poliéster por deposição eletrostática, com polimerização em estufa a 220 °C e com espessura de película de 50 micra.

No verso da placa deve constar o nome do fabricante da placa, PMM/MG e a data da fabricação com mês e ano.

9.4.3.1.4. Suporte das placas

Os suportes das placas deverão ser de madeira. Deverão ser enterrada 50cm abaixo do nível do solo e ocupar toda a extensão da placa de aço.

9.4.3.2. Equipamentos para placa de sinalização

Equipamentos mínimos utilizados para a implantação de placas de aço:

- caminhão para o transporte das placas e ferramentas;
- ferramentas padrão, tipo enxada, pá, picareta, martelo, chaves fixas.

9.4.3.3. Execução de placa de sinalização

O dimensionamento das placas, tarjas, letras, pictogramas etc. deve atender ao projeto de sinalização elaborado especificamente para cada local, atendendo também ao Manual Brasileiro de Sinalização de Transito do CONTRAN, Volume I, Sinalização vertical de regulamentação e Volume II, Sinalização vertical de advertência.

A implantação das placas deve obedecer aos parâmetros de projeto constantes do Manual Brasileiro de Sinalização de Transito do CONTRAN, Volume I, Sinalização vertical de regulamentação e Volume II, Sinalização vertical de advertência.



ESTADO DE MINAS GERAIS
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ
Secretaria Municipal de Obras Públicas
CNPJ: 17.947.581/0001-76

9.5. SERVIÇOS FINAIS

9.5.1. Limpeza

A limpeza final poderá ser feita com varrição mecânica ou manual, sendo que as impurezas deverão ser retiradas da obra através de caminhões basculantes ou caminhões caçambas. As impurezas deverão ser levadas para local apropriado.

44

MSc. Arlan do Carmo Mendonça
Engenheiro Civil
Secretaria Municipal de Obras Públicas
Prefeitura Municipal de Muriaé



ESTADO DE MINAS GERAIS
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ
Secretaria Municipal de Obras Públicas
CNPJ: 17.947.581/0001-76

ANEXO 1

Desenho técnico da construção do projeto de pavimentação.



ESTADO DE MINAS GERAIS
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ
Secretaria Municipal de Obras Públicas
CNPJ: 17.947.581/0001-76

ANEXO 2

Planilha orçamentária de custos.

Cronograma físico-financeiro.

Memorial de cálculo dos quantitativos.

Cálculo do BDI.

Composições de custo unitário.



ESTADO DE MINAS GERAIS
PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ
Secretaria Municipal de Obras Públicas
CNPJ: 17.947.581/0001-76

ANEXO 3

Anotação de Responsabilidade Técnica.