

1. PAVIMENTAÇÃO

1.1. OBJETIVO

Caderno de Especificações Técnicas tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução dos serviços de pavimentação, com a terraplenagem já concluída na cota estabelecida em projeto, separando as etapas executivas por tipo de estrutura.

1.2. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA

Sugere-se para a complementação deste capítulo a seguinte bibliografia específica:

- DNER-47/64 – Índice Suporte Califórnia – Proctor normal;
- DNER-ME 48/64 – Índice Suporte Califórnia – Proctor Intermediário;
- DNER-ME 049/94 – Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas;
- DNER-ME 051/94 – Solos – Análise granulométrica;
- DNER-ME 080/94 – Solos – Análise granulométrica por peneiramento;
- DNER-ME 082/94 – Solos – Determinação do limite de plasticidade;
- DNER-ES 299/97 – Pavimentação – Regularização do subleito;
- DNER-ES 300/97 – Pavimentação – Reforço do subleito;
- DNER-ES 301/97 – Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente;
- DNER-ES 302/97 – Pavimentação – Sub-base de solo melhorado com cimento;
- DNER-ES 303/97 – Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente;
- DNER-ES 305/97 – Pavimentação – Base de solo cimento;
- DNER-ES 306/97 – Pavimentação – Imprimação;
- DNER-ES 307/97 – Pavimentação – Pintura de ligação;
- DNER-ES 308/97 – Pavimentação – Tratamento superficial simples;
- DNER-ES 309/97 – Pavimentação – Tratamento superficial duplo;
- DNER-ES 310/97 – Pavimentação – Tratamento superficial triplo;
- DNER-ES 311/97 – Pavimentação – Macadame betuminoso por penetração;
- DNER-ES 312/97 – Pavimentação – Areia asfalto a quente;
- DNER-ES 313/97 – Pavimentação – Concreto betuminoso;
- DNER-ES 314/97 – Pavimentação – Lama asfáltica;
- DNER-ES 315/97 – Pavimentação – Acostamento;
- DNER-ES 316/97 – Pavimentação – Base de macadame hidráulico;
- DNER-ES 317/97 – Pavimentação – Pré-misturados a frio;
- DNER-ES 318/97 – Pavimentação – Concreto betuminoso reciclado a quente na usina;
- DNER-ES 319/97 – Pavimentação – Concreto betuminoso reciclado a quente no local;
- DNER-ES 320/97 – Pavimentação – Micro revestimento betuminoso a frio;
- DNER-ES 322/97 – Pavimentação – Sub-base de concreto de cimento Portland, compactada com rolo;

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PAVIMENTAÇÃO

- DNER-ES 323/97 – Pavimentação – Sub-base com concreto de cimento Portland adensado por vibração;
- DNER-ES 324/97 – Pavimentação – Concreto de cimento Portland com equipamento de fôrmas deslizantes;
- DNER-ES 325/97 – Pavimentação – Concreto de cimento Portland com equipamento de pequeno porte;
- DNER-ES 326/97 – Pavimentação – Concreto de cimento Portland com equipamento fôrma-trilho;
- DNER-ES 327/97 – Pavimentação – Pavimento com peças pré-moldadas de concreto;
- DNER-ES 328/97 – Pavimentação – Reabilitação de pavimentos rígidos;
- DNER-EM 362/97 – Asfaltos diluídos tipo cura rápida;
- DNER-EM 363/97 – Asfaltos diluídos tipo cura média;
- DNER-EM 364/97 – Alcatrões para pavimentação;
- DNER-EM 365/97 – Emulsões asfálticas para lama asfáltica.

1.3. REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO

1.3.1. Objetivo

Caderno de Especificações Técnicas tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução dos serviços de regularização e compactação do subleito de vias a pavimentar, com a terraplenagem já concluída na cota estabelecida em projeto.

1.3.2. Definição

A Regularização resume-se a corrigir algumas falhas da superfície terraplenada, pois, no final da terraplenagem, a superfície já deve apresentar bom acabamento. As operações devem compreender até 20cm de espessura, onde, o que exceder esta altura será considerado como terraplenagem.

1.3.3. Condições específicas

a. Equipamentos

- Para a execução da regularização, poderão ser utilizados os seguintes equipamentos:
- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro-tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores dos tipos pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático, rebocados ou auto-propulsores;
- Grade de discos;
- Pulvi-misturador.

Os equipamentos de compactação e mistura serão escolhidos de conformidade com o tipo de material empregado na regularização.

Sendo inviável o uso de equipamento convencional, poderão ser utilizados os seguintes:

- Placas vibratórias, sapos mecânicos ou rolos compactadores de pequeno porte para a compactação;
- Ferramentas manuais para a regularização, aeração e/ou umedecimento do material.

b. Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito. No caso de substituição ou adição de material, este deverá ser proveniente de ocorrências indicadas no projeto, devendo satisfazer as seguintes exigências:

- Ter um diâmetro máximo de partícula igual ou inferior a 76 mm;

PAVIMENTAÇÃO

- Ter um índice de suporte Califórnia, determinado com a energia de compactação do método DNER-ME 049/94 Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas (Proctor Normal) igual ou superior ao do material empregado no dimensionamento do pavimento, como representativo do trecho em causa;
- Ter expansão inferior a 2%.

c. Execução

A regularização do subleito deverá ser executada de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto, e a compactação será realizada com o equipamento apropriado :

Toda a vegetação e material orgânico, porventura existentes no leito da via, serão removidos previamente.

Após a execução de cortes ou aterros, operações necessárias para atingir o greide de projeto, será realizado uma escarificação geral na profundidade de 20 cm, seguida de pulverização, umedecimento ou aeração, compactação e acabamento.

No caso de cortes em rocha ou de material inservível para subleito, deverá ser executado o rebaixamento na profundidade estabelecida em projeto e substituição desse material.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNER-ME 47-64 (Proctor Normal) e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima do ensaio citado $\pm 2\%$.

Quando se tratar de serviços de recomposição de valas de drenagem ou de execução de remendos em pavimentos já existentes, será admitido o uso de equipamentos de menor porte para a compactação do subleito, desde que a área da vala ou do remendo a ser trabalhado não permita o uso dos equipamentos usuais, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Esta especificação aplica-se também a situações em que não há possibilidade do emprego de equipamentos convencionais, em razão dos locais de acentuada declividade, espaços exíguos para operação dos mesmos e ainda pequenas áreas a serem trabalhadas, como os entornos de poços de visita, caixas de boca-de-lobo e outros eventuais obstáculos à operação de equipamento pesado.

d. Controle

d.1. Controle tecnológico

d.1.1. Ensaios

- Determinação de massa específica aparente, "in situ", com espaçamento máximo de 100 m na pista, nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação.
- Uma determinação do teor de umidade a cada 100 m, imediatamente antes da operação de compactação;
- Ensaio de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, usando-se, respectivamente, os métodos DNER-ME 122/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 051/94), com espaçamento máximo de 250 m de pista;
- Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia, com a energia de compactação do método DNER-ME 049/94 – Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas (Proctor Normal), com espaçamento máximo de 500 m de pista;
- Um ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 129/94 – Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas e DNER-ME 162/94 – Solos – Ensaio de compactação utilizando amostras trabalhadas (Proctor Normal), para determinação da massa específica aparente seca máxima, com espaçamento máximo de 100 m de pista, com amostras coletadas em pontos obedecendo sempre a ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito etc., a 60 cm do bordo ou a 30 cm do meio-fio;
- O número de ensaios de compactação poderá ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material, ficando a critério da SUPERVISÃO. A amostragem (conjunto de ensaios para a

PAVIMENTAÇÃO

determinação do valor estatístico) deverá ser feita na mesma frente de trabalho e não em frentes de trabalho separadas.

d.1.2. Aceitação

Os valores máximos e mínimos decorrentes da amostragem, a serem confrontadas com os especificados, serão calculados pelas seguintes fórmulas:

$$X_{\text{máx.}} = \bar{x} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

$$X_{\text{min.}} = \bar{x} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

Para o caso do índice de suporte Califórnia, o valor μ , calculado de acordo com a fórmula abaixo, deverá ser igual ou superior ao valor mínimo especificado.

$$\mu = \bar{x} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}}$$

sendo:

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{N} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - X)^2}{(N - 1)}}$$

- $N \geq 9$ (número de determinações feitas);
- μ = índice de suporte Califórnia;
- σ = tensão admissível do terreno.

d.2. Controle geométrico

Após a execução da regularização do subleito, será realizado a relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- 2 cm em relação às cotas do projeto;
- + 20 cm, para cada lado, quanto à largura de projeto, não se tolerando medida a menos;
- Até 20% em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta.

1.3.4. Critérios de levantamento, medição e pagamento

a. Levantamento (Quantitativos de Projeto)

O levantamento dos serviços de regularização e compactação do subleito será efetuado pela área, em metros quadrados (m²) de plataforma a ser regularizada de acordo com o equipamento utilizado, com os dados fornecidos pelo projeto.

b. Medição

A medição dos serviços de regularização e compactação do subleito será efetuada por metro quadrado (m²) de plataforma efetivamente regularizada e compactada considerando o equipamento utilizado. Não serão medidas as diferenças de cortes e/ou aterros admitidos nos limites de tolerância.

c. Pagamento

O pagamento será efetuado com base no preço unitário apresentado para este serviço, incluindo todas as operações de corte e/ou aterro até a espessura máxima de 20 cm em relação ao greide final de terraplenagem, a escarificação, o umedecimento ou aeração, a homogeneização, a conformação geométrica e a compactação do subleito, de acordo com o projeto, bem como toda a mão-de-obra e encargos necessários à sua execução.

Quando o serviço de regularização exceder de 20 cm, em corte ou aterro, o excedente será pago como

PAVIMENTAÇÃO

serviço de terraplenagem.

1.4. REFORÇO DO SUBLEITO**1.4.1. Objetivo**

Caderno de Especificações Técnicas tem como objetivo definir as diretrizes para a execução dos serviços de reforço do subleito.

1.4.2. Definição

Reforço do subleito é a camada de espessura constante transversalmente e variável longitudinalmente, de acordo com o dimensionamento do pavimento, fazendo parte integrante deste e que, por circunstâncias técnico-econômicas, será executada sobre o subleito regularizado.

O reforço do subleito é executado normalmente em estruturas espessas resultantes de fundação de má qualidade ou tráfego de cargas muito pesadas, ou ambos os fatores combinados.

1.4.3. Condições específicas**a. Equipamentos**

Para execução do serviço de reforço do subleito poderão ser usados os seguintes equipamentos:

- Motoniveladora pesada com escarificador;
- Carro-pipa distribuidor de água;
- Rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático, rebocados ou auto-propulsores;
- Grade de disco;
- Pulvi-misturador.

Os equipamentos de compactação e mistura serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.

b. Materiais

O material a ser empregado deverá ser proveniente de empréstimos indicados no projeto, possuindo características superiores às dos materiais do subleito. Preferencialmente, serão empregados solos residuais (argila, saibros, etc.), selecionados na fase de projeto, dentre os melhores disponíveis.

O índice de suporte Califórnia mínimo, determinado segundo método do DNER-ME 049-94 – Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas e com a energia de compactação do método DNER-ME 47-64 (Proctor Normal), deverá ser superior ao valor do Índice de Suporte Califórnia do subleito. A expansão máxima deverá ser de 1%.

O diâmetro máximo admissível dos grãos não deverá ultrapassar 2" (5 cm), ou seja, metade da espessura da camada quando ela for de 10 cm. No caso de espessuras maiores, o diâmetro máximo dos grãos não deverá ultrapassar 3" (7,6 cm).

O grau de compactação deverá ser, no mínimo 100% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio DNER-ME 47-64 (Proctor Normal) e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima do ensaio citado $\pm 2\%$.

c. Execução

Compreende as operações de escavação e carga no empréstimo, transporte, descarga, espalhamento, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação do material importado lançado na pista já regularizada e acabamento final.

A construção da camada de reforço não apresenta diferenças operacionais acentuadas em relação à construção das camadas que exigem importação de solo ou outro material.

Antes da importação do solo é necessário balizar os alinhamentos laterais colocando os piquetes devidamente espaçados e afastados, para evitar o deslocamento prematuro pela passagem das máquinas.

O material ou materiais importados deverão ser esparramados em camadas, com espessura que, após a

PAVIMENTAÇÃO

compactação, resulte entre 10cm e 20cm de compactada.

Antes da compactação, deve-se verificar o teor de umidade, procurando-se, se houver excesso, reduzir o teor por tombamentos sucessivos com motoniveladoras.

d. Controle**d.1. Controle tecnológico****d.1.1. Ensaios**

Determinação de massa específica aparente, "in situ", com espaçamento máximo de 100 m na pista, nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação;

Uma determinação do teor de umidade a cada 100 m, imediatamente antes da operação de compactação;

Ensaio de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, usando-se, respectivamente, os métodos DNER-ME 122/94, DNER-ME 082-94 e DNER-ME 051/94), com espaçamento máximo de 250 m de pista;

Um ensaio do índice de suporte Califórnia, com a energia de compactação do método DNER-ME-48-64, com espaçamento máximo de 500 m de pista;

Um ensaio de compactação, segundo os métodos DNER-ME 129/94 – Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas e DNER-ME 162/94 – Solos – Ensaio de compactação utilizando amostras trabalhadas, para determinação da massa específica aparente seca máxima, com espaçamento máximo de 100 m de pista, com amostras coletadas em pontos obedecendo sempre a ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito etc., a 60 cm do bordo ou a 30 cm do meio-fio.

O número de ensaios de compactação poderá ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material, ficando a critério da FISCALIZAÇÃO. A amostragem deve sempre ser recolhida numa camada constituída de materiais da mesma ocorrência (empréstimo ou jazida).

d.1.2. Aceitação

Os valores máximos e mínimos decorrentes da amostragem, a serem confrontadas com os especificados, serão calculados pelas seguintes fórmulas:

$$X_{\text{máx.}} = \bar{x} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

$$X_{\text{min.}} = \bar{x} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

Para o caso do índice de suporte Califórnia, o valor μ , calculado de acordo com a fórmula abaixo, deverá ser igual ou superior ao valor mínimo especificado.

$$\mu = \bar{x} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}}$$

sendo:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad \sigma = \sqrt{\frac{(\bar{x} - x)^2}{(N - 1)}}$$

- $N \geq 9$ (número de determinações feitas);
- μ = índice de suporte Califórnia;
- σ = tensão admissível do terreno.

No caso da não aceitação dos serviços pela análise estatística, o trecho considerado será subdividido em subtrechos, fazendo-se um ensaio com material coletado em cada um deles.

PAVIMENTAÇÃO

Para os ensaios do índice de suporte Califórnia, cada um dos subtrechos terá uma extensão máxima de 100 m e, para os demais ensaios, uma extensão máxima de 50 metros.

Os subtrechos serão dados como aceitos, tendo em vista os resultados dos ensaios, face aos valores exigidos pelas especificações.

d.2. Controle geométrico

Após a execução do reforço do subleito, proceder-se-á à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos. No caso da existência de meios-fios, a relocação e nivelamento serão executados, respectivamente, no eixo e a 10 cm do meio-fio, tanto de um lado quanto do outro da via. Serão permitidas as seguintes tolerâncias:

- + 10 cm, para cada lado, quanto à largura de projeto, não se tolerando medida a menos;
- Até 20% em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- A espessura média da camada de reforço, determinada pela fórmula:

$$\mu = \bar{x} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad \sigma = \sqrt{\frac{(\bar{x} - x)^2}{(N - 1)}}$$

sendo:

- $N \geq 9$ (número de determinações feitas), não deve ser menor do que a espessura do projeto menos 1 cm;
- μ = índice de suporte Califórnia;
- σ = tensão admissível do terreno.

Na determinação de \bar{x} serão utilizados pelo menos 9 valores de espessuras individuais X, obtidas por nivelamento, conforme mencionado no primeiro parágrafo deste sub-item, de 20 em 20 m, antes e depois das operações de espalhamento e compactação.

Não será tolerado qualquer valor individual de espessura fora do intervalo de ± 2 cm, em relação à espessura do projeto.

No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada de reforço com espessura média inferior à do projeto, a diferença será acrescida à camada imediatamente superior.

No caso de aceitação de camada de reforço dentro das tolerâncias, com espessura média superior à do projeto, a diferença não será deduzida da espessura do projeto da camada imediatamente superior.

1.4.4. Critérios de levantamento, medição e pagamento**a. Levantamento (Quantitativos de Projeto)**

Os serviços de reforço do subleito serão levantados pelo volume, em metros cúbicos (m^3), de material a ser compactado na pista, segundo as seções transversais e os resultados das sondagens feitas no local.

No cálculo para levantamento dos volumes será considerada a espessura média (\bar{x}) constante no projeto.

b. Medição

A medição dos serviços será feita por metro cúbico (m^3) de material efetivamente compactado na pista.

No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, será considerada a espessura média (\bar{x}) calculada como no item anterior.

Quando \bar{x} for inferior à espessura de projeto, será considerado o valor \bar{x} , e quando \bar{x} for superior à

PAVIMENTAÇÃO

espessura do projeto, será considerada a espessura de projeto.

c. Pagamento

O pagamento será feito com base no preço unitário por metro cúbico apresentado para este serviço, incluindo, espalhamento, mistura, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento e toda a mão-de-obra e encargos necessários à execução do serviço. Serão pagas à parte, conforme especificação própria, as operações de escavação, carga, transporte e descarga.

1.5. SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE**1.5.1. Objetivo**

Caderno de Especificações Técnicas tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução de sub-bases granulares constituídas de camadas de canga ferruginosa, minério de ferro, laterita, escória siderúrgica, brita de bica corrida ou, ainda, fundo de pedra, estabilizadas granulometricamente e sem mistura de materiais.

1.5.2. Definição

Sub-base é a camada complementar à base, quando, por circunstâncias técnicas e econômicas, não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização ou reforço do subleito.

1.5.3. Condições Específicas**a. Equipamentos**

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução de sub-bases:

- Motoniveladora pesada com escarificador;
- Carro tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso vibratório e pneumático, rebocados ou auto-propulsores;
- Grade de disco;
- Pulvi-misturador.

Além destes, poderão ser usados outros equipamentos, desde que aceitos pela SUPERVISÃO.

b. Materiais

Os materiais a serem empregados devem apresentar índice de suporte Califórnia igual ou superior a 20% e expansão máxima de 1%, determinados segundo o método DNER-ME 49-64 e com a energia de compactação correspondente ao método do DNER-ME 48-64 (Proctor Intermediário) ou correspondente ao ensaio T-180-57 da AASHTO (Proctor Modificado), conforme indicação do projeto.

O índice de grupo deverá ser igual a zero.

O agregado retido na peneira n° 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isento de matéria vegetal ou outras substâncias prejudiciais.

O diâmetro máximo dos elementos da sub-base deverá ser, no máximo, igual a 5 cm (2”), devendo-se reduzir este diâmetro, sempre que possível.

b.1. Escória

A escória deverá ser proveniente de alto-forno, estar isenta de refratário e deverá ter garantida a sua estabilidade em contato com água, exigindo-se assim que ela se sujeite a depósito a céu aberto, pelo período mínimo de 2 anos, após sua formação.

b.2. Brita bica corrida

Entende-se por brita de bica corrida, o produto total de britagem do primário ou secundário, o qual não é objeto de peneiramento. Para os fins da presente especificação, não se exige que o material esteja isento de contaminação por solos residuais, sendo até mesmo desejável que haja frações argilosas presentes, de modo a proporcionar-lhe certa plasticidade (IP da ordem de 4%).

PAVIMENTAÇÃO**b.3. Canga ferruginosa, minério de ferro ou outros solos lateríticos**

Quando da utilização destes materiais, o índice de grupo poderá ser diferente de zero. Entende-se como solos lateríticos, aqueles cuja relação molecular S/R (sílica sesquióxidos)* for menor que 2 e que apresentem expansão inferior a 0,2%, medida no ensaio de ISC (DNER-ME 049-94 – Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas), com 26 golpes por camada.

Será admitido o valor de expansão até 0,5% no ensaio do ISC, desde que o ensaio de expansibilidade (DNER-ME 029-94 – Solo – Determinação de expansibilidade) apresente um valor inferior a 10%.

$$\frac{* S}{R} = \frac{\frac{SiO_2}{60}}{\frac{Al_2O_3}{102} + \frac{Fe_2O_3}{160}}$$

A canga de minério de ferro a ser empregada deverá ser preferencialmente de natureza limonítica, caracterizada pela cor avermelhada, sendo desejável que tenha índice de plasticidade mínimo de 5% ($IP \geq 5\%$).

c. Execução

Compreende as operações de espalhamento, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, realizadas na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam após a compactação, atingir a espessura constante do projeto.

Quando houver necessidade de se executar camadas de sub-base com espessura final superior a 20 cm, elas deverão ser subdivididas em camadas parciais, sempre com espessura máxima de 20 cm e mínima de 10 cm, após a compactação.

O grau de compactação deverá ser, conforme determinação do projeto:

- No mínimo 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio DNER-ME 48-64 (Proctor intermediário), ou;
- No mínimo 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio T-180-57 da AASHTO (Proctor Modificado).

A determinação do desvio máximo de umidade admissível será estabelecido pelo projeto ou pela SUPERVISÃO, em função das características do material a ser empregado.

d. Controle**d.1. Controle tecnológico****d.1.1. Ensaio a serem procedidos**

- Determinação de massa específica aparente, "in situ", com espaçamento máximo de 100 m na pista, nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação, a profundidade do furo será igual à espessura da camada compactada;
- Uma determinação do teor de umidade a cada 100 m, imediatamente antes da compactação, com peso mínimo da amostra de 500 g;
- Ensaio de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, usando-se, respectivamente, os métodos DNER-ME 122/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 051/94), com espaçamento máximo de 150 m de pista, sendo as amostras coletadas do material espalhado na pista, imediatamente antes da compactação da camada;
- Um ensaio do índice de suporte Califórnia, de acordo com o método DNER-ME 049-94, com a energia de compactação do método DNER-ME 48-64 ou com energia de compactação do método T-180-57 da AASHTO, com espaçamento máximo de 300 m de pista. Para o caso de solos lateríticos, o material deve ser moldado logo após a coleta da amostra, sem alteração da umidade da pista;
- Um ensaio de compactação segundo o método DNER-ME 48-64 (Proctor intermediário) ou segundo T-180-57 da AASHTO (Proctor Modificado), para determinação da massa específica aparente seca

PAVIMENTAÇÃO

máxima, com espaçamento máximo 100 m de pista com amostras coletadas em pontos, obedecendo sempre a ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito e assim sucessivamente, a 60 cm do bordo ou a 30 cm do meio-fio. As amostras devem ser coletadas do material espalhado na pista, imediatamente antes da compactação da camada;

- O número de ensaios de caracterização física e mecânica poderá ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material, ficando a critério da FISCALIZAÇÃO;
- A amostragem deve sempre ser recolhida numa camada constituída de materiais da mesma ocorrência (jazida).

d.1.2. Aceitação

Os valores máximos e mínimos decorrentes da amostragem, a serem confrontadas com os especificados, serão calculados pelas seguintes fórmulas:

$$X_{\text{máx.}} = \bar{x} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

$$X_{\text{min.}} = \bar{x} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

Para o caso do índice de suporte Califórnia, o valor μ , calculado de acordo com a fórmula abaixo, deverá ser igual ou superior ao valor mínimo especificado.

$$\mu = \bar{x} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{(N - 1)}}$$

sendo:

- $N \geq 9$ (número de determinações feitas);
- μ = índice de suporte Califórnia;
- σ = tensão admissível do terreno.

No caso da não aceitação dos serviços pela análise estatística, o trecho considerado será subdividido em subtrechos, fazendo-se um ensaio com material coletado em cada um deles.

Para os ensaios do índice de suporte Califórnia, cada um destes subtrechos terá uma extensão máxima de 100 m e, para os demais ensaios, uma extensão máxima de 50 metros.

Os subtrechos serão dados como aceitos, tendo em vista os resultados dos ensaios, face aos valores exigidos pelas especificações.

d.2. Controle geométrico

Após a execução da sub-base, será realizada a relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- + 10 cm, para cada lado, quanto à largura de projeto;
- Até 20% em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- A espessura média da camada de reforço, determinada pela fórmula:

$$\mu = \bar{x} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}}$$

PAVIMENTAÇÃO

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(N - 1)}}$$

sendo:

- $N \geq 9$ (número de determinações feitas), não deve ser menor do que a espessura do projeto menos 1 cm;
- μ = índice de suporte Califórnia;
- σ = tensão admissível do terreno.

Na determinação de \bar{x} , serão utilizados pelo menos 9 valores de espessuras individuais X, obtidas por nivelamento do eixo de 20 em 20 m, antes e depois das operações de espalhamento e compactação. Existindo meios-fios, o nivelamento será feito no eixo e junto aos meios-fios.

Não se tolerará nenhum valor individual de espessura fora do intervalo de ± 2 cm, em relação à espessura do projeto.

No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada de sub-base com espessura média inferior à do projeto, a diferença será acrescida à camada de base.

No caso de aceitação de camada da sub-base dentro das tolerâncias, com espessura média superior à do projeto, a diferença não será deduzida da espessura do projeto referente a camada de base.

1.5.4. Critérios de levantamento, medição e pagamento**a. Levantamento (Quantitativos de Projeto)**

Os serviços de sub-base sem mistura serão levantados pelo volume, em metros cúbicos (m^3), de material a ser compactado na pista, segundo as seções transversais do projeto.

No cálculo para levantamento dos volumes será considerada a espessura média (\bar{x}) constante no projeto.

b. Medição

Os serviços serão medidos pelo volume efetivamente compactado na pista, em metros cúbicos (m^3).

No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, será considerada a espessura média (\bar{x}) calculada como no item anterior.

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

c. Pagamento

O pagamento será efetuado conforme o preço unitário apresentado para este serviço, compreendendo a aquisição do material, todas as operações de limpeza de jazida, escavação, carga, confecção dos caminhos de serviço dentro da área da jazida ou utilizados para transporte, espalhamento, umedecimento ou aeração, homogeneização, compactação e conformação geométrica, bem como a mão-de-obra e todos os encargos necessários à sua execução.

O transporte do material da ocorrência para a pista será medido e pago conforme especificação própria para o serviço.

1.6. BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE**1.6.1. Objetivo**

Caderno de Especificações Técnicas tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução dos serviços de base estabilizada granulometricamente com ou sem mistura, e utilização de equipamento pesado (rolo) ou placa vibratória.

PAVIMENTAÇÃO**1.6.2. Definições**

Base é a camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los, e consiste na utilização de canga ferruginosa, minério de ferro, escória siderúrgica, sozinhas, ou misturadas a solos finos residuais, laterita, brita de bica corrida, estas últimas executadas exclusivamente sem mistura, que oferecem, após umedecimento e compactação, boas condições de estabilidade.

Esta especificação também se aplica a situações em que não há possibilidade do emprego de equipamentos convencionais, em razão dos locais com acentuada declividade, espaços exíguos para operação dos mesmos, e ainda, pequenas áreas a serem trabalhadas, como em torno de poços de visita para drenagem pluvial e canalização, em torno das caixas de boca de lobo e outros eventuais obstáculos à operação de equipamento pesado.

Para bases realizadas com misturas, teremos as seguintes porcentagens:

- 50% de solo local e 50% de canga de minério de ferro;
- 50% de solo local e 50% de escória;
- 40% de solo local e 60% de canga de minério de ferro;
- 40% de solo local e 60% de escória.

As bases assim constituídas se aplicam a vias locais ou coletoras com reduzido volume e peso de tráfego.

1.6.3. Condições Específicas

Os materiais a serem utilizados deverão atender aos parâmetros da presente especificação, as disposições do projeto e a sua procedência deverá ser indicada por ele ou pela SUPERVISÃO.

a. Equipamentos

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da base:

- Motoniveladora pesada, com escarificador;
- Carro tanque distribuidor de água;
- Rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, liso, liso vibratório e pneumático, rebocados ou auto-propulsores;
- Grade de discos;
- Pulvi-misturador.

Sendo inviável o uso de equipamento convencional, poderão ser utilizados os seguintes:

- Placas vibratórias, sapos mecânicos ou rolos compactadores de pequeno porte para a compactação;
- Ferramentas manuais para a regularização, aeração e/ou umedecimento do material.

b. Materiais**b.1. Solos residuais**

Os solos residuais a serem empregados na mistura com materiais mais nobres, poderão ser da própria via a ser pavimentada (caso de segmentos em corte), ou ser proveniente de empréstimos próximos (caso de segmentos em aterro), devendo preencher os seguintes requisitos:

- A fração que passa na peneira nº 40 deverá apresentar índice de plasticidade mínimo de 9%, sendo o limite máximo estabelecido pela própria trabalhabilidade do solo;
- A expansão máxima média deverá ser de 2%, determinada segundo o método DNER-ME 49-64 e com a energia de compactação correspondente aos métodos DNER-ME 129/94 – Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas e DNER-ME 162/94 – Solos – Ensaio de compactação utilizando amostras trabalhadas (Proctor Normal), sendo que nenhum valor individual deverá ser superior a 2,5%;
- A fração que passa na peneira nº 200 deve ser superior a 35%.

PAVIMENTAÇÃO

b.2. Solos granulares não lateríticos

Os materiais a serem empregados em base estabilizada granulometricamente, relacionados no item anterior, com exceção de canga de minério de ferro e outros solos lateríticos, deverão preencher os seguintes requisitos:

- Possuir composição granulométrica enquadrada em uma das faixas do seguinte quadro abaixo:

Peneiras		Faixas (%)			
Polegadas	mm	A	B	C	D
2"	50,8	100	100	-	-
1"	25,4	-	75 – 90	100	100
3/8"	9,5	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
Nº 4	4,8	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
Nº 10	2,0	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
Nº 40	0,42	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
Nº 200	0,074	2 – 8	5 – 15	5 – 15	5 – 20

Tabela 1 – Faixas granulométricas para solos

- Com um material muito sensível à segregação, deverá ser escolhida a faixa B ou a faixa C, em vez da faixa A, a mais favorável à segregação;
- A fração que passa na peneira nº 40 deverá apresentar limite de liquidez inferior ou igual a 25% e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%; quando estes limites forem ultrapassados; o equivalente de areia deverá ser maior do que 30%;
- A porcentagem do material que passa na peneira nº 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40;
- O índice de suporte Califórnia não deverá ser inferior a 60% e a expansão máxima será de 0,5%, determinados segundo o método DNER-ME 049-94 e com a energia de compactação correspondente ao método DNER-ME 48-64 (Proctor Intermediário) ou correspondente ao ensaio T-180-57 da AASHTO (Proctor Modificado), conforme indicação de projeto. Para as vias em que o tráfego previsto para o período de projeto ultrapassar o valor $N = 5 \times 10^6$, o índice de suporte Califórnia do material da camada de base não deverá ser inferior a 80%;
- O agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, de matéria vegetal ou outras substâncias prejudiciais. Quando o agregado for submetido ao ensaio de abrasão "Los Angeles" não deverá apresentar desgaste superior a 55%;
- A escória a ser utilizada deverá ser proveniente de alto-forno, estar isenta de refratário, devendo estar assegurada sua estabilidade em contato com água. Dessa forma, exige-se que a escória de alto-forno a ser empregada se sujeite ao depósito a céu aberto, pelo período mínimo de 2 anos, após sua formação.
- Entende-se por brita de bica corrida, o produto total de britagem do primário ou secundário, o qual não é objeto de peneiramento. Para os fins da presente especificação, não se exige que o material esteja isento de contaminação por solos residuais, sendo até mesmo desejável que haja frações argilosas presentes, de modo a proporcionar-lhe certa plasticidade (IP da ordem de 4%).

b.3. Cangas ferruginosas, minérios de ferro e solos lateríticos

Caso os materiais empregados sejam canga ferruginosa, minério de ferro ou outro solo laterítico, os mesmos deverão satisfazer a outros parâmetros.

PAVIMENTAÇÃO

Entende-se por solos lateríticos, aqueles cuja relação molecular S/R (sílica sesquióxidos)* for menor que 2 e que apresentem expansão inferior a 0,2%, medida no ensaio de ISC, DNER-ME 49-74, com 26 golpes por camada.

Será admitido o valor de expansão até 0,5% no ensaio do ISC, desde que o ensaio de expansibilidade (DNER-ME 029-94 – Solo – Determinação de expansibilidade) apresente um valor inferior a 10%.

$$\frac{S}{R} = \frac{\frac{SiO_2}{60}}{\frac{Al_2O_3}{102} + \frac{Fe_2O_3}{160}}$$

b.4. Misturas

As misturas obtidas por quaisquer das combinações descritas no item acima, deverão possuir Índice Suporte Califórnia superior a 40% e a 50%, respectivamente para os casos de misturas com 50% a 60% de material nobre e a expansão máxima será de 1% sendo que nenhum valor individual poderá apresentar valor superior a 1,5%, determinados segundo o método DNER-ME 049-94, com a energia de compactação correspondente aos métodos DNER-ME 129/94 e DNER-ME 162/94, com 26 golpes por camada (Proctor Intermediário).

b.5. Parâmetros de Controle

O Índice de Suporte Califórnia (ISC) deverá obedecer aos seguintes valores, relacionados ao número N de operações do eixo padrão de 8,2 t, para o período de projeto:

- ISC ≥ 60% para N ≤ 5 x 10⁶;
- ISC ≥ 80% para N > 5 x 10⁶.

Os valores mínimos do ISC devem ser verificados dentro de uma faixa de variação de umidade, a qual será fixada pelo projeto e pelas especificações particulares.

- LL (limite de liquidez) ≤ 40% ;
- IP (índice de plasticidade) ≤ 15%.

O agregado retido na peneira de 2 mm deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, isento de matéria vegetal ou outra substância prejudicial e apresentando valores de abrasão “Los Angeles” menores ou iguais a 65%.

Os materiais devem satisfazer a uma das seguintes faixas granulométricas, em peso, por cento:

Faixas granulométricas:

Peneiras		Faixas (%)	
Polegadas	mm	A	B
2"	50,8	100	-
1"	25,4	75 – 100	100
3/8"	9,5	40 – 85	60 – 95
Nº 4	4,8	20 – 75	30 – 85
Nº 10	2,0	15 – 60	15 – 60
Nº 40	0,42	10 – 45	10 – 45
Nº 200	0,074	5 – 30	5 – 30

Tabela 2 – Faixas granulométricas para misturas

A canga de minério de ferro a ser empregada deverá ser preferencialmente de natureza limonítica,

PAVIMENTAÇÃO

caracterizada pela cor avermelhada, sendo desejável que tenha índice de plasticidade mínimo de 5% ($5\% \leq IP < 15\%$).

c. Execução

Compreende as operações de espalhamento, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, realizadas na pista devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura constante do projeto.

Quando houver necessidade de se executar camadas de base com espessura final superior a 20 cm, elas deverão ser subdivididas em camadas parciais, sempre com espessura máxima de 20 cm e mínima de 10 cm, após a compactação.

O grau de compactação deverá ser conforme determinação do projeto:

- No mínimo 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio DNER-ME 48-64 (Proctor Intermediário);
- No mínimo 100% em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio T-180-57 da AASHTO (Proctor Modificado).

A determinação do desvio máximo de umidade admissível será estabelecido pelo projeto ou pela SUPERVISÃO, em função das características do material a ser empregado.

Para bases realizadas com misturas, temos:

c.1. Segmentos em aterro

A execução dos aterros obedecem as seguintes etapas:

- Regularização do subleito;
- Lançamento do solo;
- Lançamento do minério ou escória;
- Execução da mistura e pulverização;
- Compactação da mistura.

c.2. Segmentos em corte

Quando de tratar de corte de material não aproveitável como solo para a mistura, as etapas serão as mesmas anteriores, após a execução do corte, até a cota do subleito. Entretanto, se o material for aproveitável, a execução obedecerá a seguinte ordem de serviços:

c.2.1. Cortes de pequena extensão

- Escavar até o nível do subleito, depositando o material em local determinado pela SUPERVISÃO;
- Regularização do subleito;
- Lançamento do material (solo) depositado na quantidade prevista no projeto;
- Lançamento do minério ou escória;
- Execução da mistura e pulverização;
- Compactação da mistura.

c.2.2. Cortes extensos

- Escavar até uma cota acima do subleito igual à espessura do solo prevista para a mistura;
- Escavar um segmento de 100 m ou outra extensão designada pela SUPERVISÃO, até a cota do subleito;
- O material extraído será depositado em local determinado pela SUPERVISÃO;

PAVIMENTAÇÃO

- Regularizar o subleito desse segmento;
- Escavar, sem seguida, o segmento de mesma extensão adjacente ao primeiro, lançando material (solo) na quantidade necessária, sobre o subleito do segmento anterior, eventuais restos do material serão depositados no local já designado pela SUPERVISÃO;
- Realizar a mesma operação nos segmentos subseqüentes, com a mesma extensão;
- Lançar o minério ou escória sobre o solo já colocado na pista;
- Executar a mistura e pulverizar;
- Compactar a mistura.

O solo que eventualmente sobrar no depósito, poderá ser aproveitado na execução da base nos aterros.

Embora a mistura, nesta especificação, esteja indicada em peso, quando da execução, em função das características dos materiais empregados, a SUPERVISÃO determinará a sistemática para execução de mistura em volume, em termos de espessura de cada material a ser espalhada (espessura solta) na fase anterior à homogeneização e compactação da mistura. Tais espessuras serão objeto de controle geométrico pela verificação das alturas das camadas, após cada lançamento.

d. Controle**d.1. Controle Tecnológico****d.1.1. Ensaio a serem procedidos**

Determinações da massa específica aparente, "in situ", com espaçamento máximo de 100 m na pista, nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação, a profundidade do furo será igual à espessura da camada compactada;

Uma determinação do teor de umidade a cada 100 m, imediatamente antes da compactação, com peso mínimo da amostra de 500 g;

Ensaio de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, usando-se, respectivamente, os métodos DNER-ME 122/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 051/94), com espaçamento máximo de 150 m de pista, sendo as amostras coletadas do material espalhado na pista, imediatamente antes da compactação da camada;

Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia, de acordo com o método DNER-ME 049-94, com a energia de compactação dos métodos DNER-ME 129/94 e DNER-ME 162/94 ou com energia de compactação do método T-180-57 da AASHTO, com espaçamento máximo de 300 m de pista. Para o caso de solos lateríticos, o material deve ser moldado logo após a coleta da amostra, sem alteração da umidade da pista;

Um ensaio de compactação segundo o método DNER-ME 48-57 (Proctor Intermediário) ou segundo T-180-57 da AASHTO (Proctor Modificado), para determinação da massa específica aparente seca máxima, com espaçamento máximo de 100 m de pista, com amostras coletadas em pontos, obedecendo sempre a ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito etc., a 60 cm do bordo ou a 30 cm do meio-fio. As amostras devem ser coletadas do material espalhado na pista, imediatamente antes da compactação da camada;

Uma determinação do equivalente de areia, com espaçamento de 100 m no caso de materiais não lateríticos, com índice de plasticidade maior do que 6% e limite de liquidez maior do que 25%.

O número de ensaios de caracterização física e mecânica poderá ser reduzido, desde que se verifique a homogeneidade do material, ficando a critério da SUPERVISÃO

A amostragem deve sempre ser recolhida numa camada constituída de materiais da mesma ocorrência (jazida).

d.1.2. Aceitação

Os valores máximos e mínimos decorrentes da amostragem, a serem confrontados com os especificados, serão calculados pelas seguintes fórmulas:

PAVIMENTAÇÃO

$$X_{\max} = \bar{x} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

$$X_{\min} = \bar{x} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

Para o caso do Índice de Suporte Califórnia, o valor μ , calculado de acordo com a fórmula abaixo, deverá ser igual ou superior ao valor mínimo especificado.

$$\mu = \bar{x} - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}}$$

sendo:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad \sigma = \sqrt{\frac{(\bar{x} - x)^2}{(N - 1)}}$$

- $N \geq 9$ (número de determinações feitas);
- μ = índice de suporte Califórnia;
- σ = tensão admissível do terreno.

No caso da não aceitação dos serviços pela análise estatística, o trecho considerado será subdividido em subtrechos, fazendo-se um ensaio com material coletado em cada um deles.

Para os ensaios do Índice de Suporte Califórnia, cada um destes subtrechos terá uma extensão máxima de 100 m e, para os demais ensaios, uma extensão máxima de 50 metros.

Os subtrechos serão dados como aceitos, tendo em vista os resultados dos ensaios, face aos valores exigidos pelas especificações.

d.2. Controle geométrico

Após a execução da base, será realizada a relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- + 10 cm, para cada lado, quanto à largura de projeto da plataforma;
- Até 20% em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- O desempenho longitudinal da superfície, poderá apresentar flechas, no máximo, igual a 1,5 cm, quando determinados por meio de régua de 3 m;
- A espessura média da camada de base, é determinada pela fórmula:

sendo:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad \sigma = \sqrt{\frac{(\bar{x} - x)^2}{(N - 1)}}$$

- $N \geq 9$ (número de determinações feitas), não deve ser menor do que a espessura do projeto menos 1cm;
- μ = Índice de Suporte Califórnia;
- σ = tensão admissível do terreno.

PAVIMENTAÇÃO

Na determinação de \bar{x} serão utilizados pelo menos 9 valores de espessuras individuais X, obtidas por nivelamento do eixo de 20 em 20 m antes e depois das operações de espalhamento e compactação. Existindo meios-fios, o nivelamento será feito no eixo e junto aos meios-fios.

Não se tolerará nenhum valor individual de espessura fora do intervalo de ± 2 cm, em relação à espessura do projeto.

No caso de se aceitar, dentro das tolerâncias estabelecidas, uma camada de base com espessura média inferior à do projeto, o revestimento será aumentado de uma espessura estruturalmente equivalente a diferença encontrada.

No caso de aceitação de camada da base dentro das tolerâncias com espessura média superior à do projeto, a diferença não será deduzida da espessura do projeto da camada de revestimento.

1.6.4. Critérios de levantamento, medição e pagamento**a. Levantamento (Quantitativos de Projeto)**

Os serviços de estabilização de base serão levantados pelo volume, em metros cúbicos (m^3), de material a ser compactado na pista, segundo as seções transversais do projeto e considerando o equipamento utilizado, placa ou rolo, como também o material utilizado e se realizado com algum dos tipos de mistura.

No cálculo para levantamento dos volumes será considerada a espessura média (\bar{x}) constante no projeto.

O movimento de terra para executar base com mistura será levantado como serviço de terraplenagem.

b. Medição

Os serviços serão medidos pelo volume efetivamente compactado na pista, em metros cúbicos (m^3).

No cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, será considerada a espessura média (\bar{x}) calculada como indicado no item anterior.

Quando \bar{x} for inferior à espessura de projeto, será considerado o valor \bar{x} , e quando \bar{x} for superior à espessura indicada no projeto, será considerada a espessura limite, indicada no projeto.

c. Pagamento

O pagamento será efetuado conforme o preço unitário apresentado para este serviço, compreendendo a aquisição do material, todas as operações de limpeza de jazida, escavação, carga, conservação dos caminhos de serviço dentro da área da jazida ou utilizados para transporte, espalhamento, umedecimento ou aeração, homogeneização, compactação e conformação geométrica, bem como a mão-de-obra e todos os encargos necessários à sua execução.

O transporte do material da ocorrência para a pista será medido e pago conforme especificação própria para o serviço.

O movimento de terra executado como foi descrito no item anterior, será pago como serviços de terraplenagem, conforme especificações próprias.

1.7. TRANSPORTE DE MATERIAL DE QUALQUER NATUREZA**1.7.1. Objetivo**

Caderno de Especificações Técnicas tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução dos serviços de transporte de material de qualquer natureza.

1.7.2. Condições específicas**a. Equipamentos**

Para o transporte e descarga dos materiais relacionados no item anterior, serão usados, preferencialmente, caminhões basculantes em número e capacidade adequada, que possibilitem a execução do serviço com a produtividade requerida.

PAVIMENTAÇÃO**b. Materiais**

Os materiais transportados e descarregados serão aqueles utilizados na execução das diversas camadas do pavimento.

c. Execução

O carregamento é feito por pás carregadeiras ou escavadeiras trabalhando em cortes, empréstimos ou ocorrências de material destinados às diversas camadas do pavimento.

O caminho de percurso, tanto no caso de cortes como de empréstimos e jazidas, deverá ser mantido em condições de permitir velocidade adequada ao equipamento transportador, boa visibilidade e possibilidade de cruzamento. Especialmente para o caso de empréstimos ou jazidas, os caminhos de percurso deverão ser, quando necessário, umedecidos e drenados com a finalidade de evitar excesso de poeira ou formação de atoleiros.

No caso de empréstimos, a trajetória a ser seguida pelo equipamento transportador será objeto de aprovação prévia pela supervisão

O material deverá estar distribuído na báscula, de modo a não haver derramamento pelas bordas laterais ou traseira durante o transporte.

A descarga do material será efetuada nas áreas e locais indicados pela FISCALIZAÇÃO, seja na constituição dos aterros, seja nos locais de bota-fora ou depósito para futura utilização, seja na pista para confecção das diversas camadas do pavimento.

d. Controle

Deverão ser providenciados meios para o controle das viagens do equipamento transportador, a fim de se evitar que o material transportado não apresente as características exigidas no projeto para emprego nas diversas camadas constituintes do pavimento.

1.7.3. Critérios de levantamento, medição e pagamento**a. Levantamento (Quantitativos de Projeto)**

O material a ser transportado será levantado com base nos volumes geométricos levantados no projeto.

As distâncias médias de transporte serão determinadas pela FISCALIZAÇÃO e pelo SUPERVISOR DE PROJETOS, através do percurso do trajeto desde os centros de massa do local de carga (corte, empréstimo ou jazida) até a área destinada à descarga (aterro, bota-fora ou depósito). A distância média de transporte adotada será a média entre o percurso de ida e volta aos destinos acima descritos.

Para o levantamento dos serviços de transporte e descarga para materiais de pavimentação, o transporte será medido em t x km, sendo o peso em toneladas determinado através da multiplicação do volume do material a ser compactado, de acordo com o projeto, pelo peso específico do material.

b. Medição

O transporte será medido adotando-se o mesmo critério do levantamento, sendo o peso, em toneladas, determinado através da multiplicação do volume do material compactado pela densidade máxima seca média apresentada na pista, considerando-se os seguintes intervalos de distâncias médias de transporte:

- DMT \leq 10 km;
- DMT > 10 km.

c. Pagamento

Os serviços de transporte e descarga de material para as diversas camadas do pavimento, serão pagos conforme preços unitários contratuais, aplicados à medição referida no item anterior.

Os preços que remuneram as operações descritas nesta especificação, incluem os encargos de manutenção, manobras e tempo de espera, bem como toda a mão-de-obra, encargos e outras despesas inerentes à execução dos serviços.

O empolamento do material não será pago em nenhuma hipótese pois está contemplado nas respectivas

composições de preços unitários.

1.8. IMPRIMAÇÃO E PINTURA DE LIGAÇÃO

1.8.1. Objetivo

Caderno de Especificações Técnicas tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução dos serviços de imprimação e pintura de ligação.

1.8.2. Definições

a. Imprimação

Consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico, com ligante de baixa viscosidade, sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando o aumento da coesão na superfície da base, através da penetração do material asfáltico, promovendo condições de aderência entre a base e o revestimento.

b. Pintura de ligação

A pintura de ligação consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico sobre a superfície de uma base ou de um pavimento, antes da execução de um revestimento betuminoso qualquer, objetivando promover a aderência entre este revestimento e a camada subjacente.

1.8.3. Condições Específicas

a. Equipamentos

Para a varredura da superfície da base usam-se, de preferência, vassouras mecânicas rotativas, podendo, entretanto, ser manual esta operação, ou, a jato de ar comprimido.

A distribuição do ligante deverá ser efetuada por carros equipados com bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme.

As barras de distribuição devem ser de tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante.

Os carros distribuidores devem dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil observação e, ainda, de um espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

O depósito de material 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 material betuminoso a ser aplicado em, pelo menos, um dia de trabalho.

b. Materiais

Todos os materiais devem satisfazer às especificações em vigor e aprovadas pelo DNIT.

b.1. Imprimação

Podem ser empregados asfaltos diluídos (tipo CM-30 e CM-70), escolhidos em função da textura do material de base.

A taxa de aplicação é aquela que pode ser absorvida pela base em 48 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro da obra. A taxa de aplicação varia de 0,8 a 1,6 l/m², conforme o tipo e textura da base e do material betuminoso escolhido.

b.2. Pintura de ligação

- Podem ser empregados os materiais betuminosos seguintes:
- Emulsões asfálticas, tipo RR-1C, RR-2C, RM-1C, RM-2C e RL-1C, diluídas com água na razão de 1:1;
- Asfalto diluído CR-70, exceto para bases absorventes ou betuminosas, com taxa de aplicação em torno de 0,5 l / m².

PAVIMENTAÇÃO**c. Execução**

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

Após a perfeita conformação geométrica da base, será realizada a varredura da sua superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existentes.

Aplica-se, a seguir, o material betuminoso adequado, na quantidade certa e de maneira mais uniforme. O material betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, ou em dias de chuva, ou ainda, quando esta estiver iminente. A temperatura de aplicação do material betuminoso deverá ser fixada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. Deverá ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. As faixas de viscosidades recomendadas para espalhamento são:

Para asfaltos diluídos: de 20 a 60 segundos, Saybolt-Furol;

Para emulsões asfálticas: de 25 a 100 segundos, Saybolt-Furol.

Deve-se evitar a formação de poças de ligantes na superfície da base. Caso isto aconteça, o excesso de ligantes deve ser removido para não danificar o revestimento a ser colocado.

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

Quando da utilização de distribuidores manuais (canetas ou similar), a uniformidade dependerá essencialmente da experiência do operador da mangueira.

c.1. Imprimação

Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la, sempre que possível, fechada ao trânsito. Quando isto não for possível, trabalhar-se-á em meia pista fazendo-se a imprimação da adjacente, assim que à primeira for permitida a abertura ao trânsito.

O tempo de exposição da base imprimada ao trânsito será condicionado pelo comportamento da primeira, não devendo ultrapassar a 30 dias.

Na ocasião da aplicação do material betuminoso, a base deve se encontrar levemente úmida para o uso do CM-30 e para o CM-70 a superfície deve se encontrar seca.

c.2. Pintura de ligação

Antes da aplicação do material betuminoso, no caso de bases de solo-cimento ou concreto magro, a superfície da base deve ser irrigada, a fim de saturar os vazios existentes, não se admitindo excesso de água sobre a superfície.

Quando o ligante betuminoso utilizado for emulsão asfáltica diluída, recomenda-se que a mistura (água – emulsão) seja preparada no mesmo turno de trabalho; deve-se evitar o estoque da mesma por prazo superior a 12 horas.

d. Controle

O material betuminoso deverá ser examinado em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT, e considerado de acordo com as especificações em vigor.

d.1. Ensaios**d.1.1. Para asfaltos diluídos**

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio do ponto de fulgor, para cada 100 t;
- 1 ensaio de destilação, para cada 100 t;

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PAVIMENTAÇÃO

- 1 curva de viscosidade x temperatura, para cada 200t.

d.1.2. Para emulsões asfálticas

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de resíduo por evaporação, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de peneiramento, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de sedimentação, para cada 100 t.

d.2. Controle de temperatura

A temperatura de aplicação deve ser estabelecida para o tipo de material betuminoso em uso.

d.3. Controle da quantidade aplicada

Será feito mediante a pesagem do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material betuminoso. Não sendo possível a realização do controle por esse método, admite-se que seja efetuado por um dos modos seguintes:

- Coloca-se, na pista, uma bandeja de peso e área conhecidos. Por uma simples pesada, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade do material betuminoso usado;
- Utilização de uma régua de madeira, pintada e graduada, que possa dar, diretamente, pela diferença de altura do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade de material consumido.

d.4. Controle de uniformidade de aplicação

A uniformidade depende do equipamento empregado na distribuição. Ao se iniciar o serviço, deve ser realizada uma descarga de 15 a 30 segundos, para que se possa controlar a uniformidade de distribuição. Esta descarga poderá ser efetuada fora da pista, ou na própria pista, quando o carro distribuidor estiver dotado de uma calha colocada abaixo da barra distribuidora, para recolher o ligante betuminoso.

1.8.4. Critérios de levantamento, medição e pagamento

a. Levantamento (Quantitativos de Projeto)

Os serviços de imprimação e pintura de ligação, serão levantados através da área a ser executada, de acordo com o projeto, em metros quadrados (m²), considerando-se o tipo de material betuminoso a ser utilizado.

b. Medição

Os serviços de imprimação e pintura de ligação, serão medidos adotando-se o critério do levantamento.

c. Pagamento

A serviço será pago conforme o preço contratual, de acordo com a medição referida no item anterior, compreendendo a aquisição, estocagem e transporte de material betuminoso (inclusive perdas) até a pista e todas as operações necessárias à perfeita execução do serviço, incluindo a varrição da pista e sua completa limpeza.

1.9. CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE

1.9.1. Objetivo

Caderno de Especificações Técnicas tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução de revestimento com concreto betuminoso usinado a quente - espessura de 4,00 cm.

1.9.2. Definição

Concreto betuminoso usinado a quente é o revestimento flexível resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e material betuminoso, espalhado e comprimido a quente sobre a superfície imprimada e/ou pintada.

Condições específicas

PAVIMENTAÇÃO**1.9.3. Condições específicas****a. Equipamentos**

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela SUPERVISÃO que emitirá um laudo, autorizando a sua operação.

a.1. Acabadora

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

a.2. Equipamento para a compressão

O equipamento para compressão será constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo Tandem, ou outro equipamento aprovado pela SUPERVISÃO. Os rolos compressores, tipo Tandem, devem ter uma carga de 8 a 12 t. Os rolos pneumáticos auto-propulsores devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 35 a 120 libras por polegada quadrada.

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

a.3. Caminhões para transporte da mistura

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto betuminoso, deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência de mistura às chapas.

b. Materiais

Todos os materiais devem satisfazer às especificações em vigor e aprovadas pela SEVOP.

b.1. Cimentos asfálticos

Apresentam propriedades aglutinantes e impermeabilizantes, possui características de flexibilidade, durabilidade e alta resistência à ação da maioria dos ácidos, sais e álcalis.

Classificam-se de acordo com sua consistência, medida pela viscosidade dinâmica ou absoluta, isto é, o tempo necessário ao escoamento de um volume determinado de asfalto através de um tubo capilar, com auxílio de vácuo.

De acordo com as Especificações Brasileiras IBP/ABNT-EB-78 e Regulamento Técnico DNC 01/92 e revisão 1 e 2, os cimentos asfálticos de petróleo são classificados em:

- CAP 7;
- CAP 20;
- CAP 40.

b.2. Agregado graúdo

O agregado graúdo é constituído de pedra britada, escória britada, seixo rolado com pelo menos uma face britada, ou outro material indicado nas especificações complementares e previamente aprovado pela SUPERVISÃO, e deve obedecer às seguintes condições:

- Fragmentos duráveis, são, de superfície rugosa e forma angular;
- Inexistência de torrões de argila, matéria orgânica e substâncias nocivas;
- Abrasão "Los Angeles" inferior a 50%;
- Ter boa adesividade com o asfalto utilizado;

PAVIMENTAÇÃO

- Quando submetido ao ensaio de durabilidade, com sulfato de sódio, não deve apresentar perda superior a 12%, em 5 ciclos;
- Não ter, em excesso, pedras lamelares alongadas, a fim de não prejudicar a trabalhabilidade da mistura e a inalterabilidade da granulometria, limitando-se assim o índice de lamelaridade inferior a 35%;
- No caso de emprego de escória, esta deve ter uma massa específica aparente igual ou superior a 1100 kg/m³.

b.3. Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser constituído de areia, pó de pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas.

No método do Equivalente de Areia, deve apresentar um valor igual ou inferior a 55.

b.4. Material de enchimento (Filler)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plásticos, tais como cimento, cal extinta, pós-de-pedra, de calcário, etc., que atendam à granulometria da Tabela 3:

Peneira	Porcentagem mínima, passando
nº 40	100
nº 80	95
nº 200	65

Tabela 3 - Faixas granulométricas para material de enchimento (Filler)

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

b.5. Composição da mistura

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

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PAVIMENTAÇÃO

Peneiras		Porcentagem passando em peso			
		Agregado graúdo		Agregado miúdo	
(")	(mm)	A	B	C	D
2"	50,8	100	-	-	-
1 ½"	38,1	95 – 100	100	-	-
1"	25,4	75 – 100	95 – 100	-	-
¾"	19,1	60 – 90	80 – 100	-	-
½"	12,7	-	-	85 – 100	100
3/8"	9,52	35 – 65	45 – 80	75 – 100	90 – 100
Nº 4	4,76	25 – 50	28 – 60	50 – 85	70 – 100
Nº 10	2,00	20 – 40	20 – 45	30 – 75	60 – 90
Nº 40	0,42	10 – 30	10 – 32	15 – 40	30 – 70
Nº 80	0,20	5 – 20	8 – 20	8 – 30	10 – 40
Nº 200	0,074	1 – 8	3 – 8	5 – 10	5 – 12
Betume (%)		4,0 - 7,5	4,5 - 8,0	4,0 – 10,0	4,5 – 11,0

Tabela 4 - Faixas granulométricas para composição da mistura de CBUQ

A curva granulométrica, indicada no projeto, poderá apresentar as seguintes tolerâncias máximas, conforme apresentadas na tabela 5:

Peneiras		% passando em peso
Polegadas	mm	
3/8" – 1 ½"	9,5 – 38,0	± 7
Nº 40 – Nº 4	0,42 – 4,0	± 5
Nº 80	0,18	± 3
Nº 200	0,074	± 2

Tabela 5 – Tolerâncias máximas para mistura de CBUQ

Deverá ser adotado o método Marshall para a verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência da mistura betuminosa, segundo os valores do quadro seguinte:

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PAVIMENTAÇÃO

Método de projeto Marshall	Tráfego pesado		Tráfego médio	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
1) Número de golpes em cada face do corpo-de-prova	75		50	
2) Estabilidade (libras)	1600		1000	
3) Fluência (1/100")	8	16	8	16
4) Vazios de ar (%)				
Camada de rolamento	3	5	3	5
Camadas de ligação, nivelamento e base	5	8	3	8
5) Relação asfalto – vazios				
Camada de rolamento	75	82	75	82
Camadas de ligação, nivelamento e base	65	72	65	72

Tabela 6 – Método Marshal

A porcentagem de asfalto ótima é a média aritmética das seguintes porcentagens de asfalto:

- % de asfalto correspondente à máxima densidade;
- % de asfalto correspondente à máxima estabilidade;
- % de asfalto correspondente a porcentagem média de vazios prevista para o tipo de mistura. Assim, para a camada de rolamento é a porcentagem de asfalto correspondente a 4% de vazios e para as camadas de binder e nivelamento é a porcentagem de asfalto correspondente a 5,5% de vazios.

c. Execução

É competência da SUPERVISÃO autorizar ou não a execução da pintura de ligação nos casos onde tenha havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou, ainda, tenha sido a imprimação recoberta com areia, pó-de-pedra etc.

A temperatura de aplicação do cimento asfáltico deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade, situada dentro da faixa de 75 a 150 segundos, Saybolt-Furol. Entretanto, não devem ser efetuadas misturas a temperaturas inferiores a 107°C e nem superiores a 177°C. Os agregados devem ser aquecidos a temperatura de 10°C a 15°C, acima da temperatura do ligante betuminoso.

O concreto betuminoso deverá ser transportado da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes e quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou material similar, para proteger a mistura com total segurança.

As misturas de concreto betuminoso (4,0 cm de espessura) devem ser distribuídas somente através de máquinas acabadoras e quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10°C e com tempo não chuvoso.

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

Imediatamente após a distribuição do concreto betuminoso, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, sendo recomendável, aquela na qual o ligante apresenta uma viscosidade Saybolt-Furol, de 140 ± 15 segundos, para o cimento asfáltico.

Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão (60 lb/pol²), aumenta-se em progressão aritmética, à medida que a mistura betuminosa suporte pressões mais elevadas. A pressão dos pneus deve variar a intervalos periódicos (60, 80, 100, 120 lb/pol²), adequando um conveniente número de passadas, de forma a obter o grau de compactação especificado.

PAVIMENTAÇÃO

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deverá ser recoberta pela seguinte, de, pelo menos, a metade da largura anterior. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

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

Os revestimentos recém acabados deverão ser mantidos sem trânsito, até o seu completo resfriamento. Quaisquer danos decorrentes da abertura ao trânsito sem a devida autorização prévia, serão de inteira responsabilidade da CONTRATADA.

d. Controle

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia de ensaios indicada pelo DNIT.

d.1. Controle da mistura

A operação da usina e, conseqüentemente, o fornecimento da massa produzida por quaisquer empresas, estará condicionado ao funcionamento concomitante de um laboratório de asfalto em área contígua à usina, de forma a garantir a obtenção de massa asfáltica uniforme e dentro das características definidas na dosagem.

O preparo da mistura requisita o conhecimento prévio da dosagem que deverá ser submetida à aprovação da PMM. Quando houver alterações dos agregados constituintes da mistura, torna-se indispensável proceder a novas dosagens para aprovação a priori da PMM.

Serão efetuadas medidas de temperatura da mistura, no momento do espalhamento e no início da rolagem, na pista.

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

As temperaturas devem satisfazer aos limites especificados anteriormente.

d.2. Controle das características Marshall da mistura

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

d.3. Controle de compressão

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

Na impossibilidade de utilização deste equipamento, admite-se o processo do anel de aço. Para tanto, colocam-se sobre a base, antes do espalhamento da mistura, anéis de aço de 10 cm de diâmetro interno e de altura 5 mm inferior à espessura da camada comprimida. Após a compressão são retirados os anéis e medida a densidade dos corpos-de-prova neles moldados. Deve ser uma determinação, a cada 150 m de meia pista, não sendo permitidas densidades inferiores a 96% da densidade do projeto.

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

d.4. Controle de espessura

Será medida a espessura por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Será admitido variação de \pm

PAVIMENTAÇÃO

10% da espessura de projeto, para pontos isolados, e até + 5% de variação da espessura, em 10 medidas sucessivas, não se admitindo reduções.

d.5. Controle de acabamento da superfície

Durante a execução, deverá ser feito o controle diariamente do acabamento da superfície de revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3 m e outra de 0,90 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da via, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.

Observar, constantemente, o acabamento do revestimento betuminoso na junção com a sarjeta, afim de assegurar a impermeabilização desejada.

1.9.4. Critérios de levantamento, medição e pagamento**a. Levantamento**

O concreto betuminoso usinado a quente será levantado, através da massa da mistura a ser aplicada em toneladas (t), de acordo com os dados do projeto. O volume será levantado em metros cúbicos (m³) e multiplicado pelo peso específico do CBUQ (2,4t/m³), originando peso em toneladas.

b. Medição

Serão adotados para medição os mesmos critérios do levantamento.

c. Pagamento

O concreto betuminoso usinado a quente será pago conforme o preço contratual, de acordo com a medição dos serviços englobando a aquisição, carga, transporte, descarga, e todas as operações necessárias à perfeita aplicação do mesmo.

1.10. CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE COM ASFALTO-BORRACHA**1.10.1. Objetivo**

Caderno de Especificações Técnicas tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução de revestimento com concreto betuminoso usinado a quente utilizando como ligante o cimento asfáltico modificado pela incorporação de borracha moída de pneus (Asfalto-Borracha), com o objetivo de construir, reforçar, rejuvenescer ou conservar pavimentos.

1.10.2. Definição

Concreto Betuminoso Usinado a Quente com Asfalto-Borracha é o revestimento flexível resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e ligante asfáltico modificado com adição de pó de borracha de pneumáticos, espalhado e comprimido a quente sobre a superfície imprimada e/ou pintada.

1.10.3. Condições específicas**a. Equipamentos**

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela SUPERVISÃO que emitirá um laudo, autorizando a sua operação.

a.1. Acabadora

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

a.2. Equipamento para a compressão

O equipamento para compressão será constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo Tandem, ou outro equipamento aprovado pela SUPERVISÃO. Os rolos compressores, tipo Tandem, devem ter uma

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PAVIMENTAÇÃO

carga de 8 a 12 t. Os rolos pneumáticos autopropulsores devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 35 a 120 libras por polegada quadrada.

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

a.3. Caminhões para transporte da mistura

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto betuminoso, deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência de mistura às chapas.

b. Materiais

Todos os materiais devem satisfazer às especificações em vigor.

b.1. Materiais Asfálticos – Asfalto-Borracha

O cimento asfáltico modificado com adição de borracha de pneumáticos deve possuir as seguintes características:

- o teor mínimo de borracha deve ser de 15% em peso, incorporado no ligante asfáltico (via úmida);
- tempo máximo e as condições de armazenamento e estocagem do asfalto-borracha, para diferentes situações, devem ser definidos pelo fabricante;
- a garantia do produto asfáltico por carga, deve ser atestada pelo fabricante através de certificado com as características do produto;
- para utilização do asfalto-borracha estocado, deve-se verificar previamente, se os resultados dos ensaios cumprem com os limites indicados no quadro apresentado a seguir;
- As características a serem obedecidas e os limites exigidos pelo IBP (Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás) se encontram detalhados na tabela 7.

Asfalto-Borracha - Cimento Asfáltico Modificado com adição de borracha de pneumáticos			
ENSAIO	NORMA	ESPECIFICAÇÃO	
		Mínima	Máxima
Penetração (100g, 5s, 25°C) , 0,1 mm	NBR 6576	30	70
Ponto de Amolecimento, °C	NBR 6560	55	-
Recuperação Elástica – torciômetro, %	NLT 329 / 91	50	-
Recuperação Elástica Ductilômetro (25°C, 10cm), %	NBR 15086	50	-
Ponto de Fulgor, °C	NBR 11341	235	-
Densidade Relativa, 25°C/25°C	NBR 6296	1,000	1,050
Viscosidade Brookfield à 175°C, cP, Spindle 3, 20 rpm	NBR 15529	800	2000
ENSAIOS NO RESÍDUO DO RTFOT			
Varição de Massa do RTFOT, %	NBR 15235	-	1,0
Varição do Ponto de Amolecimento, °C	NBR 6560	-	10
Porcentagem da Penetração Original, %	NBR 6576	55	-
Porcentagem da recuperação elástica Original, (25°C, 10cm), %	NBR 15086	100	-

Tabela 7 – Asfalto-Borracha – Características e limites exigidos pelo IBP

PAVIMENTAÇÃO**b.2. Agregado graúdo**

O agregado graúdo é constituído normalmente de pedra britada, escória britada, seixo rolado com pelo menos uma face britada, ou outro material indicado nas especificações complementares e previamente aprovado pela SUPERVISÃO. Deve ainda obedecer às seguintes condições:

- Fragmentos duráveis, são, de superfície rugosa e forma angular;
- Inexistência de torrões de argila, matéria orgânica e substâncias nocivas;
- Abrasão “Los Angeles” inferior a 50%;
- Ter boa adesividade com o asfalto utilizado;
- Quando submetido ao ensaio de durabilidade, com sulfato de sódio, não deve apresentar perda superior a 12%, em 5 ciclos;
- Não ter, em excesso, pedras lamelares alongadas, a fim de não prejudicar a trabalhabilidade da mistura e a inalterabilidade da granulometria, limitando-se assim o índice de lamelaridade inferior a 35%;
- No caso de emprego de escória, esta deve ter uma massa específica aparente igual ou superior a 1100 kg/m³.

b.3. Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser constituído de areia, pó de pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas.

No método do Equivalente de Areia, deve apresentar um valor igual ou superior a 55.

b.4. Material de enchimento (Filler)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plásticos, tais como cimento, cal extinta, pó-de-pedra, de calcário, etc., que atendam à granulometria da *Tabela 3. Faixas granulométricas para material de enchimento (Filler)*.

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

b.5. Composição da mistura

A composição do concreto betuminoso deve satisfazer os requisitos da *Tabela 4 - Faixas granulométricas para composição da mistura de CBUQ*. A faixa a ser usada deve ser aquela cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento, ou conforme indicação do projeto.

A curva granulométrica, indicada no projeto, poderá apresentar as seguintes tolerâncias máximas, conforme apresentadas na *Tabela 5 Tolerâncias máximas para mistura de CBUQ*:

Deverá ser adotado o método Marshall para a verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência da mistura betuminosa, segundo os valores da tabela 8.

PAVIMENTAÇÃO

Método de projeto Marshall	Tráfego pesado	
	Mín.	Máx.
1) Número de golpes em cada face do corpo-de-prova	75	
2) Estabilidade (libras)	1600	
3) Fluência (1/100")	8	16
4) Vazios de ar (%)		
Camada de rolamento	3	5
Camadas de ligação, nivelamento e base	5	8
5) Relação asfalto – vazios		
Camada de rolamento	70	82
Camadas de ligação, nivelamento e base	65	75

Tabela 8 – Método Marshal - só para tráfego pesado

A porcentagem de asfalto ótima é a média aritmética das seguintes porcentagens de asfalto:

- % de asfalto correspondente à máxima densidade;
- % de asfalto correspondente à máxima estabilidade;
- % de asfalto correspondente a porcentagem média de vazios prevista para o tipo de mistura. Assim, para a camada de rolamento é a porcentagem de asfalto correspondente a 4% de vazios e para as camadas de binder e nivelamento é a porcentagem de asfalto correspondente a 5,5% de vazios.

c. Execução

É competência da SUPERVISÃO autorizar ou não a execução da pintura de ligação nos casos onde tenha havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou, ainda, tenha sido a imprimação recoberta com areia, pó de pedra etc.

Os depósitos para o cimento asfáltico modificado com borracha de pneus têm que possuir capacidade adequada e dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas fixadas nesta Especificação. Estes dispositivos devem também evitar qualquer superaquecimento localizado. É necessário que sejam instalados agitadores mecânicos nos tanques e um sistema de recirculação para o ligante betuminoso, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador durante todo o período de operação.

A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico modificado com borracha de pneus empregado deve se situar, salvo em orientação contrária e justificada do fabricante, nos limites de 165°C a 180°C.

A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deve ser até 10°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 185°C.

O Concreto Betuminoso com Asfalto-Borracha deverá ser transportado da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes e quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou material similar, para proteger a mistura com total segurança.

As misturas de Concreto Betuminoso com Asfalto-Borracha devem ser distribuídas somente através de máquinas acabadoras e quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10°C e com tempo não chuvoso.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, as mesmas deverão ser sanadas pela adição manual de Concreto Betuminoso com Asfalto-Borracha, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

Imediatamente após a distribuição do Concreto Betuminoso com Asfalto-Borracha, tem início a rolagem.

PAVIMENTAÇÃO

Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar. A temperatura mínima recomendável para a compactação da mistura é de 150°C, devendo ser ajustada no campo em função dos equipamentos de compactação, condições ambientais e de serviço que garantam as características requeridas pela mistura, por ocasião do projeto.

Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão (60 lb/pol²), aumenta-se em progressão aritmética, à medida que a mistura betuminosa suporte pressões mais elevadas. A pressão dos pneus deve variar a intervalos periódicos (60, 80, 100, 120 lb/pol²), adequando um conveniente número de passadas, de forma a obter o grau de compactação especificado.

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deverá ser recoberta pela seguinte, de, pelo menos, a metade da largura anterior. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

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

Os revestimentos recém acabados deverão ser mantidos sem trânsito, até o seu completo resfriamento. Quaisquer danos decorrentes da abertura ao trânsito sem a devida autorização prévia, serão de inteira responsabilidade da CONTRATADA.

d. Controle

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia de ensaios indicada pelo DNIT e ABNT.

d.1. Controle da mistura

A operação da usina e, conseqüentemente, o fornecimento da massa produzida por quaisquer empresas, estará condicionado ao funcionamento concomitante de um laboratório de asfalto em área contígua à usina, de forma a garantir a obtenção de massa asfáltica uniforme e dentro das características definidas na dosagem.

O preparo da mistura requisita o conhecimento prévio da dosagem que deverá ser submetida à aprovação da PMM. Quando houver alterações dos agregados constituintes da mistura, torna-se indispensável proceder a novas dosagens para aprovação a priori da PMM.

Serão efetuadas medidas de temperatura da mistura, no momento do espalhamento e no início da rolagem, na pista.

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

As temperaturas devem satisfazer aos limites especificados anteriormente.

d.2. Controle das características Marshall da mistura

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

d.3. Controle de compressão

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

Na impossibilidade de utilização deste equipamento, admite-se o processo do anel de aço. Para tanto, colocam-se sobre a base, antes do espalhamento da mistura, anéis de aço de 10 cm de diâmetro interno e de altura 5 mm inferior à espessura da camada comprimida. Após a compressão são retirados os anéis e medida a densidade dos corpos-de-prova neles moldados. Deve ser uma determinação, a cada 150 m de meia pista, não sendo permitidas densidades inferiores a 96% da densidade do projeto.

PAVIMENTAÇÃO

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

d.4. Controle de espessura

Será medida a espessura por ocasião da extração dos corpos-de-prova na pista, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura. Será admitido variação de $\pm 10\%$ da espessura de projeto, para pontos isolados, e até + 5% de variação da espessura, em 10 medidas sucessivas, não se admitindo reduções.

d.5. Controle de acabamento da superfície

Durante a execução, deverá ser feito o controle diariamente do acabamento da superfície de revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3 m e outra de 0,90 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da via, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.

Observar, constantemente, o acabamento do revestimento betuminoso na junção com a sarjeta, a fim de assegurar a impermeabilização desejada.

1.10.4. Critérios de levantamento, medição e pagamento**a. Levantamento (Quantitativos de Projeto)**

O Concreto Betuminoso Usinado a Quente com Asfalto-Borracha será levantado, através da massa da mistura a ser aplicada em toneladas (t), de acordo com os dados do projeto. O volume será levantado em metros cúbicos (m^3) e multiplicado pelo peso específico do CBUQ (em t/m^3), originando peso em toneladas.

b. Medição

Serão adotados para medição os mesmos critérios do levantamento.

c. Pagamento

O Concreto Betuminoso Usinado a Quente com Asfalto-Borracha será pago conforme o preço contratual, de acordo com a medição dos serviços englobando a aquisição, carga, transporte, descarga, e todas as operações necessárias à perfeita aplicação do mesmo.

1.11. CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE COM ASFALTO-POLÍMERO**1.11.1. Objetivo**

Caderno de Especificações Técnicas tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução de revestimento com concreto betuminoso usinado a quente utilizando como ligante o cimento asfáltico modificado por polímero tipo SBS, com o objetivo de construir, reforçar, rejuvenescer ou conservar pavimentos.

1.11.2. Definição

Concreto Betuminoso Usinado a Quente com Asfalto-Polímero é o revestimento flexível resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e ligante asfáltico modificado por polímero tipo SBS, espalhado e comprimido a quente sobre a superfície imprimada e/ou pintada.

1.11.3. Condições específicas**a. Equipamentos**

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela SUPERVISÃO que emitirá um laudo, autorizando a sua operação.

a.1. Acabadora

O equipamento para espalhamento e acabamento deverá ser constituído de pavimentadoras automotrizes,

PAVIMENTAÇÃO

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

a.2. Equipamento para a compressão

O equipamento para compressão será constituído por rolo pneumático e rolo metálico liso, tipo Tandem, ou outro equipamento aprovado pela SUPERVISÃO. Os rolos compressores, tipo Tandem, devem ter uma carga de 8 a 12 t. Os rolos pneumáticos autopropulsores devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 35 a 120 libras por polegada quadrada.

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

a.3. Caminhões para transporte da mistura

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto betuminoso, deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência de mistura às chapas.

b. Materiais

Todos os materiais devem satisfazer às especificações em vigor.

b.1. Materiais Asfálticos – Asfalto Modificado por Polímero

O cimento asfáltico modificado por polímero tipo SBS deve possuir as seguintes características:

- a garantia do produto asfáltico por carga, deve ser atestada pelo fabricante através de certificado com as características do produto;
- para utilização do asfalto-polímero estocado, deve-se verificar previamente, se os resultados dos ensaios cumprem com os limites indicados no quadro apresentado a seguir.

As características a serem obedecidas e os limites exigidos pela ANP (Agência Nacional de Petróleo e Gás) se encontram descritas na tabela 9.

b.2. Agregado graúdo

O agregado graúdo é constituído normalmente de pedra britada, escória britada, seixo rolado com pelo menos uma face britada, ou outro material indicado nas especificações complementares e previamente aprovado pela SUPERVISÃO. Deve ainda obedecer às seguintes condições:

- Fragmentos duráveis, são, de superfície rugosa e forma angular;
- Inexistência de torrões de argila, matéria orgânica e substâncias nocivas;
- Abrasão “Los Angeles” inferior a 50%;
- Ter boa adesividade com o asfalto utilizado;
- Quando submetido ao ensaio de durabilidade, com sulfato de sódio, não deve apresentar perda superior a 12%, em 5 ciclos;
- Não ter, em excesso, pedras lamelares alongadas, a fim de não prejudicar a trabalhabilidade da mistura e a inalterabilidade da granulometria, limitando-se assim o índice de lamelalidade inferior a 35%;
- No caso de emprego de escória, esta deve ter uma massa específica aparente igual ou superior a 1100 kg/m³.

PAVIMENTAÇÃO

CIMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO POR POLÍMERO TIPO SBS						
TIPO (Ponto de Amolecimento / Recuperação Elástica) (*)			50/65	55/75	60/85	65/90
CARACTERÍSTICA	UNIDADE	MÉTODO	ESPECIFICAÇÃO			
Penetração (100g, 5s, 25°C)	0,1mm	NBR 6576	45 a 70	45 a 70	40-70	40 a 70
Ponto de Amolecimento, mín.	°C	NBR 6560	50	55	60	65
Ponto de Fulgor, mín.	°C	NBR 11341	235	235	235	235
Viscosidade Brookfield a 135°C, SP 21, 20 rpm, máx.	cP	NBR 15184	1500	3000	3000	3000
Viscosidade Brookfield a 155°C, SP 21, 50 rpm, máx.			1000	2000	2000	2000
Viscosidade Brookfield a 175°C, SP 21, 100 rpm, máx.			500	1000	1000	1000
Separação de Fase, máx.	°C	NBR 15166	5	5	5	5
Recuperação Elástica, 25°C, 20 cm, mín.	%		65	75	85	90
Teste no Resíduo do RTFOT a 163°C, 85 minutos:						
Varição de massa, máx.	%	NBR 15235	1,0	1,0	1,0	1,0
Aumento do Ponto de Amolecimento, máx.	°C	NBR 6560	6,0	7,0	7,0	7,0
Redução do Ponto de Amolecimento, máx.	°C	NBR 6560	3,0	5,0	5,0	5,0
Porcentagem de Penetração Original, mín.	%	NBR 6576	60	60	60	60
Porcentagem da Recuperação Elástica Original, mín.	%	NBR 15086	80	80	80	80

(*) A nomenclatura de cada tipo de Asfalto-Polímero se dá pelas exigências mínimas nos ensaios de Ponto de Amolecimento / Recuperação Elástica. Por exemplo: o Asfalto-Polímero 60/85 deve ter um valor de ponto de amolecimento de, no mínimo, 50°C e uma recuperação elástica de, no mínimo 65,0%.

Tabela 9 – Asfalto-polímero - Características e limites exigidos pela ANP

b.3. Agregado miúdo

O agregado miúdo pode ser constituído de areia, pó de pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes, apresentar moderada angulosidade, livres de torrões de argila e de substâncias nocivas.

No método do Equivalente de Areia, deve apresentar um valor igual ou superior a 55.

b.4. Material de enchimento (Filler)

Deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plásticos, tais como cimento, cal extinta, pó de pedra, de calcário, etc., que atendam à granulometria da Tabela 3- . Faixas granulométricas para material de enchimento (Filler).

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

b.5. Composição da mistura

A composição do concreto betuminoso deve satisfazer os requisitos da Tabela 4 - Faixas granulométricas para composição da mistura de CBUQ. A faixa a ser usada deve ser aquela cujo diâmetro máximo seja igual

PAVIMENTAÇÃO

ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento, ou conforme indicação do projeto.

A curva granulométrica, indicada no projeto, poderá apresentar as seguintes tolerâncias máximas, conforme apresentadas na Tabela 5 – Tolerâncias máximas para mistura de CBUQ

Deverá ser adotado o método Marshall para a verificação das condições de vazios, estabilidade e fluência da mistura betuminosa, segundo os valores da Tabela 8 Método Marshal - só para tráfego pesado

A porcentagem de asfalto ótima é a média aritmética das seguintes porcentagens de asfalto:

- % de asfalto correspondente à máxima densidade;
- % de asfalto correspondente à máxima estabilidade;
- % de asfalto correspondente a porcentagem média de vazios prevista para o tipo de mistura. Assim, para a camada de rolamento é a porcentagem de asfalto correspondente a 4% de vazios e para as camadas de binder e nivelamento é a porcentagem de asfalto correspondente a 5,5% de vazios.

c. Execução

É competência da SUPERVISÃO autorizar ou não a execução da pintura de ligação nos casos onde tenha havido trânsito sobre a superfície imprimada, ou, ainda, tenha sido a imprimação recoberta com areia, pó de pedra etc.

Os depósitos para o cimento asfáltico modificado por polímero tipo SBS têm que possuir capacidade adequada e dispositivos capazes de aquecer o ligante nas temperaturas fixadas nesta Especificação. Estes dispositivos devem também evitar qualquer superaquecimento localizado. É necessário que sejam instalados agitadores mecânicos nos tanques e um sistema de recirculação para o ligante betuminoso, de modo a garantir a circulação, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador durante todo o período de operação.

A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico modificado por polímero empregado é variável de acordo com cada tipo de Asfalto-Polímero e deve ser informada pelo fabricante. Sendo que os limites recomendáveis devem se situar, salvo em orientação contrária e justificada do fabricante, entre 160°C a 177°C.

A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deve ser até 10°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 180°C.

O Concreto Betuminoso com Asfalto-Polímero deverá ser transportado da usina ao ponto de aplicação, nos veículos basculantes e quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto com lona ou material similar, para proteger a mistura com total segurança.

As misturas de Concreto Betuminoso com Asfalto-Polímero devem ser distribuídas somente através de máquinas acabadoras e quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10°C e com tempo não chuvoso.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, as mesmas deverão ser sanadas pela adição manual de Concreto Betuminoso com Asfalto-Polímero, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

Imediatamente após a distribuição do Concreto Betuminoso com Asfalto-Polímero, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem é a mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar. A temperatura mínima recomendável para a compactação da mistura é variável de acordo com cada tipo de Asfalto-Polímero e deve ser indicada pelo fabricante. Ajustes no campo podem ser necessários em função dos equipamentos de compactação, condições ambientais e de serviço que garantam as características requeridas pela mistura, por ocasião do projeto.

Caso sejam empregados rolos de pneus, de pressão variável, inicia-se a rolagem com baixa pressão (60 lb/pol²), aumenta-se em progressão aritmética, à medida que a mistura betuminosa suporte pressões mais elevadas. A pressão dos pneus deve variar a intervalos periódicos (60, 80, 100, 120 lb/pol²), adequando um conveniente número de passadas, de forma a obter o grau de compactação especificado.

A compressão será iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista. Nas

PAVIMENTAÇÃO

curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto. Cada passada do rolo deverá ser recoberta pela seguinte, de, pelo menos, a metade da largura anterior. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

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

Os revestimentos recém acabados deverão ser mantidos sem trânsito, até o seu completo resfriamento. Quaisquer danos decorrentes da abertura ao trânsito sem a devida autorização prévia, serão de inteira responsabilidade da CONTRATADA.

d. Controle

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia de ensaios indicada pelo DNIT e ABNT.

d.1. Controle da mistura

A operação da usina e, conseqüentemente, o fornecimento da massa produzida por quaisquer empresas, estará condicionado ao funcionamento concomitante de um laboratório de asfalto em área contígua à usina, de forma a garantir a obtenção de massa asfáltica uniforme e dentro das características definidas na dosagem.

O preparo da mistura requisita o conhecimento prévio da dosagem que deverá ser submetida à aprovação da PMM. Quando houver alterações dos agregados constituintes da mistura, torna-se indispensável proceder a novas dosagens para aprovação a priori da PMM.

Serão efetuadas medidas de temperatura da mistura, no momento do espalhamento e no início da rolagem, na pista.

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

As temperaturas devem satisfazer aos limites especificados anteriormente.

d.2. Controle das características Marshall da mistura

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

d.3. Controle de compressão

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

Na impossibilidade de utilização deste equipamento, admite-se o processo do anel de aço. Para tanto, colocam-se sobre a base, antes do espalhamento da mistura, anéis de aço de 10 cm de diâmetro interno e de altura 5 mm inferior à espessura da camada comprimida. Após a compressão são retirados os anéis e medida a densidade dos corpos-de-prova neles moldados. Deve ser uma determinação, a cada 150 m de meia pista, não sendo permitidas densidades inferiores a 96% da densidade do projeto.

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

d.4. Controle de espessura

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

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
PAVIMENTAÇÃO

sucessivas, não se admitindo reduções.

d.5. Controle de acabamento da superfície

Durante a execução, deverá ser feito o controle diariamente do acabamento da superfície de revestimento, com o auxílio de duas réguas, uma de 3 m e outra de 0,90 m, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da via, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas.

Observar, constantemente, o acabamento do revestimento betuminoso na junção com a sarjeta, a fim de assegurar a impermeabilização desejada.

1.11.4. Critérios de levantamento, medição e pagamento

a. Levantamento (Quantitativos de Projeto)

O Concreto Betuminoso Usinado a Quente com Asfalto-Polímero será levantado, através da massa da mistura a ser aplicada em toneladas (t), de acordo com os dados do projeto. O volume será levantado em metros cúbicos (m³) e multiplicado pelo peso específico do CBUQ (em t/m³), originando peso em toneladas.

b. Medição

Serão adotados para medição os mesmos critérios do levantamento.

c. Pagamento

O Concreto Betuminoso Usinado a Quente com Asfalto-Polímero será pago conforme o preço contratual, de acordo com a medição dos serviços englobando a aquisição, carga, transporte, descarga, e todas as operações necessárias à perfeita aplicação do mesmo.

1.12. TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

1.12.1. Objetivo

Caderno de Especificações Técnicas tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução dos serviços relativos aos tratamentos superficiais do pavimento.

1.12.2. Definição

O tratamento superficial, é um revestimento constituído por aplicação de material asfáltico e agregado mineral granulometricamente especificado. Os tratamentos podem ser de três tipos, como descritos abaixo:

a. Simples

Constituído de material betuminoso e agregado mineral, no qual o agregado é colocado uniformemente sobre o material asfáltico, aplicado em uma só camada e submetido à operação de compressão e acabamento.

b. Duplo

Constituído de duas aplicações de material asfáltico, cobertos, cada uma, por agregado mineral.

A primeira aplicação de material asfáltico é feita diretamente sobre a base imprimada ou sobre o revestimento asfáltico e coberta imediatamente com agregado graúdo constituindo a primeira camada do tratamento.

A segunda camada é semelhante à primeira, usando-se agregado miúdo.

c. Triplo

Constituído de três aplicações de material asfáltico, cobertos, cada uma, por agregado mineral.

A primeira aplicação de material asfáltico é feita diretamente sobre a base imprimada ou sobre o revestimento asfáltico e coberta imediatamente com agregado graúdo, constituindo a primeira camada do tratamento.

A segunda e terceira camadas são semelhantes à primeira, usando-se, respectivamente, agregados médio e miúdo, especificados.

PAVIMENTAÇÃO**1.12.3. Condições específicas****a. Equipamento**

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela SUPERVISÃO, devendo estar de acordo com esta especificação, sem o que não será dada a Ordem de Serviço:

- Veículos automotores, para transporte do agregado;
- Distribuidor mecânico de agregado, rebocáveis ou automotrizes, possuindo dispositivos que permitam uma distribuição homogênea da quantidade de agregados fixada no projeto;
- Veículos distribuidores do material betuminoso, especialmente construídos para esse fim, providos de dispositivos de aquecimento e de rodas pneumáticas, tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil acesso, e, ainda, disporem de um espargidor manual para o tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas;
- Rolos compressores tipo Tandem, que apliquem uma carga entre 25 e 45kgf por centímetro de roda, com seu peso total, não excedendo a 10 toneladas, ou, preferencialmente, rolos pneumáticos, auto-propulsores, que permitam a calibragem de pneus. Quando da utilização de distribuidores manuais (canetas ou similar), a uniformidade dependerá essencialmente da experiência do operador da mangueira de 35 a 120 libras por polegada quadrada;
- Vassouras, pás, enxadas, garfos, rastelos, etc.

b. Materiais

Todos os materiais devem satisfazer às especificações em vigor aprovadas pelo DNIT.

b.1. Betuminosos

Podem ser empregados os seguintes materiais betuminosos:

- Cimento asfáltico de petróleo: tipo CAP 7;
- Emulsões asfálticas, tipo RR-1C e RR-2C;
- Asfaltos diluídos tipo CR-250.

O material betuminoso não deve ser aplicado em superfícies molhadas, exceção da emulsão asfáltica, desde que em superfícies sem excesso de água. Nenhum material betuminoso será aplicado quando a temperatura ambiente for inferior a 10°C e em dias chuvosos.

A temperatura de aplicação deverá ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade. Será escolhida a temperatura que proporcionar a melhor viscosidade para o espalhamento, sendo as faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento, as seguintes:

- Para cimento asfáltico e asfalto diluído, 20 a 60 segundos, Saybolt-Furol;
- Para emulsão asfáltica, 25 a 100 segundos, Saybolt-Furol.

b.1.1. Melhoradores de adesividade

Não havendo boa adesividade entre o agregado e o material betuminoso, deverá ser empregado um melhorador de adesividade, na quantidade fixada no projeto, adicionado ao ligante betuminoso no canteiro de obra, obrigando-se sempre a circulação da mistura ligante betuminoso-aditivo. Preferencialmente, deve-se fazer esta mistura com a circulação do ligante betuminoso, no caminhão.

b.2. Agregados

Os agregados podem ser pedra britada, escória britada e cascalho ou seixo rolado, britados. Somente um tipo de agregado será usado. Devem consistir de partículas limpas, duras, duráveis, isentas de cobertura e torrões de argila.

O desgaste Los Angeles não deve ser superior a 40%. Quando não houver na região, materiais com esta qualidade, admite-se o emprego de agregados com valor de desgaste até 50%, ou outros que, utilizados anteriormente, tenham apresentado, comprovadamente, bom comportamento.

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PAVIMENTAÇÃO

O índice de forma não deve ser inferior a 0,5%. Opcionalmente, poderá ser determinada a porcentagem de grãos de forma defeituosa, que se enquadrem na expressão:

$$I + g > 6 e$$

Onde:

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

Não se dispondendo de anéis ou peneiras com crivos de abertura circular, o ensaio poderá ser realizado utilizando-se peneiras de malhas quadradas, adotando-se a fórmula:

$$I + 1,25 g > 6 e$$

sendo **g = medida das aberturas de duas peneiras entre as quais fica retido o grão**

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

No caso de emprego de escória britada, esta deve ter uma massa específica aparente igual ou superior a 1200 kg / m³.

b.2.1. Granulometria

Os agregados que irão compor os tratamentos simples, duplo ou triplo, devem, inicialmente satisfazer às seguintes condições granulométricas, para cada camada.

Relação $\frac{d_{10}}{D_{90}} \geq 0,5$

onde:

- d_{10} (tamanho mínimo efetivo) – é a abertura da malha quadrada, se necessário interpolada, na qual são retidos 10% do agregado considerado, sendo o valor mínimo permitido igual a 2 mm;
- D_{90} (tamanho máximo efetivo) – é a abertura da malha quadrada, se necessário interpolada, na qual passam 90% do agregado considerado, sendo o valor máximo permitido igual a 25,4 mm.
- No caso dos tratamentos duplo e triplo, o D_{90} de cada camada sobreposta deve ser, no máximo, igual ao d_{10} camada subjacente, sendo desejável, mesmo que haja um intervalo entre os dois valores (ou peneiras) da ordem de 1 mm para as camadas de graduação mais fina e de 3 mm para as camadas de graduação mais grossa.
- Nenhum elemento deve ser superior a 1,33 D_{90} ;
- As porcentagens de material em peso, passando na peneira d_{10} ou retida na peneira D_{90} devem ser, cada uma, inferior a 15 e na soma inferior a 20%;
- A porcentagem passando da peneira 0,6 d_{10} , deve ser inferior a 5% do peso total da camada;
- Em nenhum caso pode-se ter porcentagem superior a 2% passando na peneira número 200.

c. Execução

Antes de serem iniciadas as operações de execução do tratamento, será realizado uma varredura da pista imprimada, eliminando todas as partículas de pó.

Os materiais betuminosos são aplicados de uma só vez em toda a largura a ser tratada, no máximo em duas faixas. A aplicação será feita de modo a assegurar uma boa junção entre duas aplicações adjacentes. O distribuidor deve ser ajustado e operado de modo a distribuir o material uniformemente sobre a largura determinada. Depósitos excessivos de material betuminoso devem ser prontamente eliminados.

Imediatamente após a aplicação do material betuminoso, o agregado especificado deve ser uniformemente

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PAVIMENTAÇÃO

espalhado. Quando necessário, para garantir uma cobertura uniforme, a distribuição poderá ser complementada por processo manual e o excesso de agregado deve ser removido antes da compressão.

A extensão de material betuminoso aplicado, deve ficar condicionada à capacidade de cobertura imediata com agregado. No caso de paralisação súbita e imprevista do carro distribuidor de agregados, o agregado será espalhado, manualmente, na superfície já coberta com o material betuminoso.

O agregado deve ser comprimido em sua largura total, o mais rápido possível, após a sua aplicação. A compressão deve ser interrompida antes do aparecimento de sinais de esmagamento do agregado.

A compressão deve começar pelos bordos e progredir para o eixo, nos trechos em tangente, e, nas curvas, deverá progredir sempre do bordo mais baixo para o bordo mais alto, sendo cada passagem do rolo recoberta, na vez subsequente, de pelo menos a metade da largura deste.

O trânsito não será permitido quando da aplicação do material betuminoso ou do agregado. Só deverá ser aberto após a compressão terminada. Entretanto, em caso de necessidade de abertura do trânsito antes de completar a compressão, deverá ser feito um controle, para que os veículos não ultrapassem a velocidade de 10 km / hora. Decorridas 24 horas do término da compressão, o trânsito deve ser controlado, com velocidade máxima de 40 km / hora. No caso de emprego de asfalto diluído, o trecho não deve ser aberto ao trânsito, até que o material betuminoso tenha secado e que os agregados não sejam mais arrancados pelos veículos. De 5 a 10 dias após abertura do trânsito, deverá ser feita uma varredura dos agregados não fixados pelo ligante.

As quantidades de agregado e de ligante betuminoso a serem empregadas poderão estar compreendidas nos limites apresentados na tabela 10 e 11, porém, os valores exatos a empregar serão fixados no projeto.

Quando for empregada escória britada ou outro agregado de porosidade ou absorção elevadas, tais características deverão ser consideradas para a fixação da taxa de aplicação do ligante betuminoso.

Quantidade de agregado (kg/m ²)			
Tipo de tratamento	Simples	Duplo	Triplo
1ª camada	4 a 12	8 a 21	13 a 26
2ª camada	-	4 a 9	6 a 13
3ª camada	-	-	4 a 7

Tabela 10 - Quantidade de agregado

Quantidade de Ligante (kg/m ²)			
Tipo de tratamento	Simples	Duplo	Triplo
CAP 7	0,7 a 0,9	1,0 a 2,0	1,7 a 2,7
RR-1C	1,1 a 1,5	1,6 a 3,2	2,7 a 4,3
RR-2C	1,0 a 1,3	1,5 a 3,0	2,5 a 4,0
CR-250	1,0 a 1,3	1,4 a 2,8	2,4 a 3,9

Tabela 11 - Taxa de aplicação do ligante betuminoso

Nota: Não se recomenda o uso do CAP 7 para:

- Tratamento Simples com $D_{90} < 3/16''$;
- Tratamentos Duplos com $D_{90} < 1/2''$ na 1ª camada;
- Tratamentos Triplos com $D_{90} < 5/8''$ na 1ª camada.

PAVIMENTAÇÃO**d. Controle**

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT, e satisfazer às especificações em vigor.

d.1. Material betuminoso

O controle de qualidade do material betuminoso constará do seguinte:

d.1.1. Cimento asfáltico

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de ponto de fulgor, para cada 100 t;
- 1 índice Pfeiffer, para cada 500 t;
- 1 ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar à obra;
- 1 curva de viscosidade x temperatura a cada 200 t.

d.1.2. Asfaltos diluídos

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de ponto de fulgor, para cada 100 t;
- 1 ensaio de destilação, para cada 100 t;
- 1 curva de viscosidade x temperatura a cada 200 t.

d.1.3. Emulsões asfálticas

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de resíduo por evaporação, para todo carregamento que chegar à obra;
- 1 ensaio de sedimentação, para cada 100 t;
- 1 curva de viscosidade x temperatura a cada carregamento a ser utilizado na obra quando a emulsão utilizada for a RR-2C.

d.1.4. Agregados

O controle de qualidade dos agregados constará do seguinte:

- 2 análises granulométricas, para cada dia de trabalho;
- 1 ensaio de índice de forma, para cada 900 m³;
- 1 ensaio de desgaste Los Angeles, quando houver variação da natureza do material;
- 1 ensaio de densidade, para cada 900 m³;
- 1 ensaio de adesividade, para o carregamento de ligante betuminoso a ser utilizado na obra e sempre que houver variação da natureza do material.

d.1.5. Melhorador de adesividade

O controle do melhorador de adesividade constará do seguinte:

- 1 ensaio de adesividade, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de adesividade, toda vez que o aditivo for incorporado ao ligante betuminoso.

d.1.6. Temperatura de aplicação do ligante betuminoso

A temperatura de aplicação deve ser a especificada para o tipo de material betuminoso em uso.

d.1.7. Quantidade do ligante betuminoso

O controle de quantidade do material betuminoso será efetuado mediante a pesagem do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material betuminoso. Não sendo possível a realização do controle por esse

PAVIMENTAÇÃO

método, admitem-se as seguintes modalidades:

- Coloca-se na pista uma bandeja, de peso e área conhecidos. Mediante uma pesagem, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de material betuminoso usada;
- Utiliza-se uma régua de madeira, pintada e graduada, tal que forneça, diretamente, por diferença de alturas do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade do material consumido.

d.1.8. Quantidade e uniformidade do agregado

Devem ser feitos para cada dia de operação, pelo menos dois controles da quantidade de agregado aplicado. Este controle é feito colocando-se na pista, alternadamente, recipientes de peso e área conhecidos. Por simples pesagens, após a passagem do veículo distribuidor, será obtido a quantidade de agregado realmente espalhada. Este mesmo agregado servirá para o ensaio de granulometria, que controlará a uniformidade do material utilizado.

d.1.9. Uniformidade de aplicação do material betuminoso

Deverá ser efetuado uma descarga de 15 a 30 segundos, para que se possa controlar a uniformidade de distribuição. Esta descarga poderá ser efetuada fora da pista, ou na própria pista, quando o carro distribuidor estiver dotado de uma calha, colocada abaixo da barra, para recolher o ligante betuminoso.

d.2. Controle geométrico

O controle geométrico, no tratamento superficial, será dado através de uma verificação do acabamento da superfície. Para tanto, serão usadas duas réguas, uma de 1 m e outra de 3 m de comprimento, colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da via, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder 0,5 cm, quando verificada com qualquer das duas réguas.

1.12.4. Critérios de levantamento, medição e pagamento**a. Levantamento (Quantitativos de Projeto)**

Os serviços de tratamentos superficiais serão levantados pela área a ser executada, de acordo com o projeto, em metros quadrados (m²), considerando-se o tipo e o material betuminoso empregado.

b. Medição

Os serviços serão medidos adotando-se o critério do levantamento, observando a área efetivamente tratada.

c. Pagamento

Os tratamentos superficiais serão pagos conforme os preços contratuais, de acordo com a medição referida no item anterior, envolvendo aquisição, carga, descarga e estocagem de todos os materiais necessários e demais operações e encargos para sua execução.

1.13. CONCRETO BETUMINOSO PRÉ-MISTURADO À FRIO**1.13.1. Objetivo**

Caderno de Especificações Técnicas tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução dos serviços relativos ao concreto betuminoso pré-misturado a frio.

1.13.2. Definição

O concreto betuminoso pré-misturado a frio é o produto resultante da mistura, em equipamento apropriado, de agregados minerais e emulsão asfáltica ou asfalto diluído, que deve ser espalhado e comprimido a frio, podendo ser utilizado como camada de regularização, como base ou como revestimento, além de serviços de conservação, com camadas variando de 3 a 20 cm, dependendo do tipo de serviço e granulometria final da mistura.

Esta mistura de agregado e ligante pode ser complementada ou não com filler, onde o agregado é utilizado a frio e o ligante na temperatura convencional de aplicação.

PAVIMENTAÇÃO**1.13.3. Condições específicas****a. Equipamentos**

Faz-se necessário para a sua execução, a utilização dos seguintes equipamentos:

- Caminhões basculantes são utilizados para o transporte da mistura. Nos pequenos canteiros são utilizados carrinhos de mão com pneus;
- Acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura segundo as especificações requeridas. Podem ser utilizadas, ainda, motoniveladoras e espalhadoras de solo, sem maiores restrições para o caso de camadas de base, mas com bastante restrições no caso de camadas de revestimento, face à freqüente segregação que provocam.
- O equipamento para compressão deverá, preferencialmente, ser um rolo vibratório, liso, autopropulsor, com freqüência controlada, ou rolo pneumático, de pressão variável, autopropulsor. Um rolo liso Tandem de 8 a 10 t, também pode ser utilizado, ficando restrito a serviços de menor responsabilidade, onde possa ser tolerado um menor grau de compactação, deixando por conta do trânsito o adensamento definitivo.

Sendo inviável o uso de equipamento convencional, poderão ser utilizados os seguintes:

Placas vibratórias, sapos mecânicos ou rolos compactadores de pequeno porte para a compactação;

b. Materiais**b.1. Emulsão asfáltica**

- Emulsão de ruptura média (RM) – utilizada em pré-misturados abertos e semi-densos;
- Emulsão de ruptura lenta (RL-1C) – utilizados em pré-misturados densos e semi-densos.

b.2. Asfalto diluído

- CR-250 – empregado em pré-misturados densos.

c. Execução

Numa escala de produção intermediária, são utilizadas usinas projetadas para pré-misturados do tipo “pug-mill”, ou ainda, argamassadeiras horizontais dotadas de dosadores e pás de arraste de agregados, que promovem misturas contínuas e descontínuas respectivamente.

Para pequenas produções, em bateladas, utilizam-se betoneiras comuns, preferindo-se as de eixo horizontal, embora as do tipo “pêra” (eixo vertical) possam também ser usadas.

A utilização de misturadores do tipo “eixo sem fim” requer cuidados especiais, principalmente com emulsões.

A rolagem da mistura a frio deve aguardar um certo tempo para a cura ou ruptura do material betuminoso, pois, com a presença dos solventes ou agentes emulsificadores, o asfalto não deve ter atingido ainda todo o seu poder aglutinante, e a mistura, suas condições de estabilidade. A utilização dos rolos pneumáticos de pressão variável e regulável – auto-inflável – poderá permitir uma rolagem imediata, aplicando-se aos pneus pressões iniciais baixas que seriam aumentadas progressivamente na medida em que a mistura oferece resistência gradativamente maior.

Em compensação, as misturas a frio oferecem a grande vantagem de permitir estocagem por algum tempo. Essa possibilidade dá grande tranquilidade ao esquema de produção e aplicação, pois a linha contínua entre os silos e a rolagem, passando pela usinagem, transporte e aplicação, pode ser rompida ou suspensa.

Para estocagem de agregados devem ser previstos, normalmente, silos ou depósitos para 3 materiais.

O espalhamento manual deve ficar restrito ao serviço de “tapa-buracos” ou de pequenos “panos” descontínuos.

c.1. Recomendações gerais

Embora não existam especificações rígidas para o pré-misturado a frio, alguns valores e métodos de controle e execução já estão bastante testados, sendo sua observação, além das normais precauções

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PAVIMENTAÇÃO

técnicas, fator decisivo na qualidade da obra. Assim, para cada serviço, deve ser escolhida uma faixa granulométrica adequada, calculada na composição da mistura e no teor ideal do ligante. Esta é a fase de projeto, em laboratório, que pode sofrer as eventuais adaptações de campo.

Na fase de execução, devem ser controlados o teor de ligante, a granulometria da mistura e a densidade após à compactação. É desejável o controle da estabilidade já que, embora inexistindo especificações, possibilite a obtenção de valores comparativos.

Da literatura e experiência sobre o assunto, podem ser alinhadas as seguintes recomendações:

- Para a mesma granulometria, quanto mais “pesado” o diluente, mais longa a estocagem da mistura;
- Massa muito estocável é de cura mais demorada, podendo apresentar problemas de retenção do diluente nos pré-misturados densos. Pré-misturados de estocagem prolongada (diluente “pesado”) devem, portanto, ser mais abertos e reservados para serviços de conservação;
- Para camadas de rolamentos, o pré-misturado deve ser denso, com diluente o mais “leve” possível ou sem ele;
- É necessária uma aeração mínima de 2 horas da massa espalhada, para permitir a evaporação do diluente caso seja presente, antes do início da compressão;
- A compressão com rolo de pneus deve ser feita partindo de uma pressão de cerca de 50 libras/pol² e que deve subir gradativamente até atingir 100 a 120 libras/pol² (não há problema, pois a massa é fria). O rolo liso promove o acabamento da camada.

Após a abertura ao trânsito, é normal um ligeiro aumento da densidade.

d. Controle

Os agregados e a emulsão asfáltica deverão ser examinados em laboratório e satisfazer as especificações em vigor.

Deverão ser efetuadas extrações de betume em amostras coletadas na pista, para controle de emulsão asfáltica.

Deverão ser efetuadas granulometrias após extrações visando a qualidade da mistura dos agregados.

A tabela 12, se baseia na especificação 106/80 do DNIT, relaciona as faixas granulométricas.

Observações:

- A faixa A deve ser aplicada como camada de ligação ou Binder;
- A faixa B como camada de ligação e rolamento;
- A faixa C como camada de rolamento.

Peneiras	% Passando em peso					
	Faixa A	Faixa B	Faixa C	Faixa D	Faixa E	Faixa F
1 1/2"	100	-	-	100	-	-
1"	75 – 100	100	-	95 – 100	100	-
3/4"	50 – 80	85 – 100	100	70 – 90	95 – 100	100
1/2"	-	-	75 – 100	-	-	90 – 100
3/8"	25 – 50	30 – 60	35 – 70	35 – 60	40 – 70	45 – 80
Nº 4	5 – 20	10 – 35	15 – 48	15 – 35	20 – 40	25 – 45
Nº 10	0 – 10	5 – 20	10 – 25	5 – 20	10 – 25	15 – 30
Nº 200	0 – 4	0 – 5	0 – 5	0 – 8	0 – 8	0 – 8

Tabela 12 – faixas granulométricas segundo faixa 106/80 do DNIT

PAVIMENTAÇÃO

1.13.4. Critérios de levantamento, medição e pagamento

a. Levantamento (Quantitativos de Projeto)

O concreto pré-misturado a frio será levantado através da massa da mistura, a ser aplicada, em toneladas (t), de acordo com os dados do projeto e do tipo de equipamento utilizado na compactação.

b. Medição

A medição será feita através da massa da mistura, efetivamente aplicada em toneladas.

c. Pagamento

O concreto pré-misturado a frio será pago conforme o preço contratual, de acordo com a medição dos serviços, englobando a aquisição, carga, transporte, descarga de todos os materiais empregados e todas as operações necessárias à perfeita aplicação do mesmo.

1.14. LAMA ASFÁLTICA

1.14.1. Objetivo

Caderno de Especificações Técnicas tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução dos serviços relativo a lama asfáltica.

1.14.2. Definição

Lama asfáltica é a associação, em consistência fluida, de agregados ou misturas de agregados miúdos, material de enchimento (filler), emulsão asfáltica e água, devidamente espalhada e nivelada.

A lama asfáltica tem seu principal emprego no rejuvenescimento ou conservação dos pavimentos asfálticos, já desgastados, sendo também muito usada como camada de desgaste e impermeabilizante nos revestimentos executados com tratamento superficial ou macadame betuminoso.

Por apresentar condições de elevada resistência à derrapagem – alto coeficiente de atrito – é também empregada na correção de trechos lisos e derrapantes.

1.14.3. Condições específicas

a. Equipamentos

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

a.1. Limpeza

Para a limpeza da superfície utilizam-se vassouras mecânicas ou jato de ar comprimido, ou qualquer outro equipamento permitido pela SUPERVISÃO.

a.2. Mistura e espalhamento

A lama asfáltica deve ser executada por equipamento apropriado, que apresente as seguintes características mínimas:

- Silo para o agregado miúdo, com capacidade mínima de 3 m³;
- Depósitos separados, para água e emulsão asfáltica, com capacidade individual mínima de 1500 litros;
- Depósito para material de enchimento, com alimentador automático;
- Sistema de circulação e alimentação do ligante betuminoso, correlacionado, por acoplagem direta ou não, com sistema de alimentação do agregado miúdo, de modo a assegurar perfeito controle do traço, quer em operação contínua, quer em operação por traço;
- Sistema misturador “Pugmill”, do tipo de pás móveis a corpo fixo, capaz de processar uma mistura uniforme e de despejar a massa diretamente sobre a pista, em operação contínua, sem processo de segregação;

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PAVIMENTAÇÃO

- Chassi – Todo o conjunto descrito nos itens anteriores é montado sobre um chassi móvel autopropulsado, ou atrelado a um cavalo mecânico, ou trator de pneus. Um chassi de caminhão é preferível a qualquer outro, devido à maior mobilidade e ao mais fácil controle da velocidade de operação;
- Caixa distribuidora – Esta peça se apoia diretamente sobre o pavimento e é atrelada, por correntes ao chassi. Deverá ser montada sobre borracha neoprene ou similar, ter largura regulável para 3,5 m (meia pista) e ser suficientemente pesada para garantir uniformidade de distribuição e bom acabamento (deverá ser atrelada na parte traseira da caixa uma lona com comprimento igual a esta e largura de 80 a 100 cm).

Em casos especiais, a critério da SUPERVISÃO, a mistura pode ser executada, na pista, manualmente. Neste processo, a mistura é realizada em betoneiras, derramada diretamente sobre a pista e espalhada uniformemente por operários munidos de rodos e vassourões apropriados. O processo manual é, entretanto, falho e moroso, podendo ser adotado apenas em obras de pequeno vulto.

b. Materiais

Todos os materiais devem satisfazer às especificações em vigor e aprovadas pelo DNIT.

A dosagem adequada da lama asfáltica será realizada com base no ensaio de desgaste “Wet Track Abrasion Test”. O valor máximo tolerado é de 0,11 g/cm² (100 g/pol²).

b.1. Material betuminoso

O material betuminoso a ser empregado é a emulsão catiônica tipo RL-1C.

b.2. Material de enchimento (filler)

O material de enchimento deverá satisfazer a granulometria da tabela 3 - Faixas granulométricas para material de enchimento (Filler)

Deverá ser usado cimento, admitindo-se também o uso de material de enchimento calcário (pó-de-pedra).

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

b.3. Água

Deverá ser limpa, isenta de matéria orgânica, óleos e outras substâncias prejudiciais à ruptura da emulsão asfáltica. Será empregada na quantidade necessária a promover a consistência adequada.

b.4. Agregado miúdo

Será constituído de areia, pó de pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes e apresentar moderada angulosidade. Deverá estar livre de torrões de argila e de substâncias nocivas, ter boa adesividade com emulsão asfáltica e apresentar um equivalente de areia igual ou superior a 40. O agregado miúdo deverá obedecer à seguinte granulometria da tabela 13.

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PAVIMENTAÇÃO

Peneiras		Porcentagem passando em peso		
Polegadas	Mm	Mistura fina A	Mistura média B	Mistura grossa C
3/8"	9,5			100
5/16"	7,9			95 – 100
1/4"	6,35		100	80 – 100
n° 4	4,8		85 – 100	70 – 95
n° 8	2,4	100	65 – 90	45 – 70
n° 16	1,2	65 – 90	45 – 70	28 – 50
n° 30	0,6	40 – 60	30 – 50	19 – 34
n° 50	0,3	25 – 42	18 – 30	12 – 25
n° 100	0,15	15 – 30	10 – 21	7 – 18

Tabela 13 - Granulometria para agregado miúdo

c. Execução

c.1. Sinalização, limpeza e preparo da pista

Nas vias com tráfego, os serviços com lama asfáltica exigem uma sinalização muito eficiente. Para as emulsões catiônicas, dependendo das condições de umidade e temperatura do ar, o prazo mínimo de interrupção, da faixa trabalhada, considerando o tempo de operação e o de ruptura da emulsão, deverá variar entre 1 e 4 horas.

O tráfego deverá ser desviado da faixa a ser trabalhada (meia pista), numa extensão mínima de 100 m. A faixa deverá ser muito bem limpa, com vassouras mecânicas ou manuais. Ao mesmo tempo será feita inspeção da faixa, para assinalar qualquer trinca, fissura ou outros pequenos defeitos do pavimento, os quais deverão ser corrigidos com a própria lama asfáltica, aplicada por irrigadores manuais do tipo bico de pato.

c.2. Espalhamento da lama asfáltica

Uma vez preparada e sinalizada a pista, o equipamento será colocado em a posição, com a caixa distribuidora perfeitamente centrada, em relação à faixa de trabalho. Com a mangueira d'água do equipamento, umedece-se toda a superfície do pavimento, correspondente a área de distribuição da caixa, a fim de se reduzir a avidéz do revestimento e retardar a penetração da emulsão. A partir do início da operação, esse umedecimento é realizado pela barra espargidora do equipamento. Abrem-se todas as comportas de alimentação dos agregados, emulsão, água e material de enchimento, de acordo com o traço projetado e as tabelas de abertura do equipamento, pondo o "Pugmill" a funcionar, até produzir quantidade de massa suficiente à alimentação de toda a área interna da caixa distribuidora.

Além do operador da máquina, haverá um operário de cada lado da caixa, munido de rodo de borracha, promovendo, quando necessário, uniformidade de distribuição da massa dentro da caixa distribuidora.

Com velocidade uniforme, mais reduzida possível, é dada a partida do veículo e iniciada a operação. O operador deve observar a consistência da massa, abrir ou fechar a alimentação d'água, de modo a obter uma consistência uniforme.

c.3. Correção de falhas e compactação pelo tráfego

As possíveis falhas de execução, tais como escassez ou excesso de massa, irregularidades na emenda de faixas, etc., deverão ser corrigidas imediatamente após a execução. A escassez é corrigida com adição de massa, e os excessos, com a retirada por meio de rodos de madeira ou de borracha. Após estas correções, a superfície áspera deixada, será alisada com a passagem suave de qualquer tecido espesso, umedecido com a própria massa, ou com emulsão. Os sacos de aniagem são os mais adequados para o acabamento

PAVIMENTAÇÃO

final dessas correções.

Duas ou três horas após o espalhamento da lama asfáltica, com emulsão catiônica, a superfície tratada deverá ser submetida à ação compactadora e de alisamento pelo tráfego. É importante que a faixa trabalhada seja reaberta ao tráfego, logo que a massa de lama asfáltica tenha adquirido consistência suficiente para não se deixar desagregar pela passagem dos veículos.

Em vias sem tráfego, serão, preferencialmente, empregados rolos pneumáticos compactadores.

c.4. Quantidades

Dependendo do estado do pavimento existente e da finalidade da aplicação da lama asfáltica, a taxa de aplicação variará, aproximadamente, de 2 a 4 kg/m² para misturas finas, de 4 a 6 kg/m² para misturas médias e de 4 a 10 kg/m² para misturas grossas.

Deverá ser espalhada em camada uniforme, na espessura do diâmetro máximo dos agregados.

d. Controle

Todos os materiais deverão ser examinados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada pelo DNIT.

d.1. Controle de qualidade do material betuminoso

O controle de qualidade do material betuminoso constará do seguinte:

- 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de resíduo por evaporação, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de peneiramento, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de sedimentação, para cada 100 t;
- 1 ensaio de carga de partícula, para o carregamento a ser utilizado na obra;
- 1 ensaio de mistura com cimento para o carregamento a ser utilizado na obra.

d.2. Controle de qualidade dos agregados

O controle de qualidade dos agregados constará do seguinte:

- 2 ensaios de granulometria de cada agregado por dia de trabalho;
- 2 ensaios de adesividade, a cada lote de agregado que chegar a obra;
- 1 ensaio de equivalente de areia, por dia.

d.3. Controle de quantidade do ligante betuminoso

A quantidade de ligante betuminoso deverá ser determinada pelo menos duas vezes por dia, fazendo-se a extração do betume com aparelho Soxhlet. A porcentagem de ligante poderá variar, no máximo, $\pm 0,5\%$ da fixada no projeto.

d.4. Controle de graduação da mistura de agregados

O controle da graduação da mistura de agregados deverá ser efetuado, no mínimo, duas vezes por dia e as tolerâncias serão admitidas de acordo com o traço pré-determinado.

1.14.4. Critérios de levantamento, medição e pagamento**a. Levantamento (Quantitativos de Projeto)**

A lama asfáltica será levantada, em metros quadrados (m²), através da área a ser executada, de acordo com o projeto, considerando-se a granulometria da mistura.

b. Medição

A medição adotará o mesmo critério de levantamento, observando-se a área efetivamente executada.

c. Pagamento

A lama asfáltica será paga conforme o preço contratual, de acordo com a medição referida no item anterior,

PAVIMENTAÇÃO

considerando-se a aquisição, carga, transporte, descarga de todos os materiais empregados até a pista, varrição e todas operações necessárias à perfeita fabricação e aplicação da mesma.

1.15. REVESTIMENTO COM ALVENARIA POLIÉDRICA**1.15.1. Objetivo**

Caderno de Especificações Técnicas tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para a execução dos serviços de revestimento em alvenaria poliédrica.

1.15.2. Definição

Revestimento de alvenaria poliédrica é o que se caracteriza por revestimento flexível de materiais pétreos irregulares, assentados por processo manual, em um colchão de areia espalhado sobre a base de solo estabilizado.

1.15.3. Condições específicas**a. Equipamentos**

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução do revestimento em alvenaria poliédrica e para a sua remoção:

a.1. Para execução e reconstrução

- Carro-tanque com distribuidor de água;
- Rolo Tandem de 10 e 12 toneladas; ou rolo compactador de 3 rodas;
- Ferramentas manuais;
- Caminhões basculantes para o transporte;
- Motoniveladoras.

a.2. Para a remoção

- Motoniveladoras com escarificador;
- Trator com lâmina;
- Pá carregadeira;
- Caminhões basculantes;
- Ferramentas manuais.

Além destes poderão ser usados outros equipamentos aceitos pela SUPERVISÃO.

b. Materiais

O revestimento em alvenaria poliédrica será executado com materiais autorizados pela SUPERVISÃO e que preencham os seguintes requisitos:

b.1. Material pétreo poliédrico

O material pétreo poliédrico a ser utilizado deverá satisfazer os seguintes requisitos:

- Resistência à compressão simples maior do que 1000 kg/cm²;
- Peso específico aparente mínimo de 2400 kg/m³;
- Absorção de água, após 48 horas de imersão, inferior a 0,5% em peso;
- Dimensões: o material pétreo poliédrico deverá ter uma face para rolamento, mais ou menos plana, que se inscreva em círculos de raios entre 0,05 m e 0,10 m, e uma altura variável entre 0,10 e 0,15 m.

b.2. Material para fixação, enchimento e recobrimento da alvenaria poliédrica

Este material deverá ser constituído de partículas limpas, duras e duráveis, de areia, finos de minério ou outro material aprovado pela SUPERVISÃO, isentas de torrões de terra, observando sempre a granulometria apresentada no quadro a seguir:

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PAVIMENTAÇÃO

Nº de peneira	Abertura (mm)	Percentual que passa (%)
3	6,35	100
200	0,074	5 –15

*Tabela 14 - Material de enchimento para pavimento poliédrico***c. Execução****c.1. Construção e reconstrução do revestimento**

O material de enchimento e fixação do material poliédrico deverá ser espalhado manual ou mecanicamente sobre a base numa espessura uniforme de 8 cm.

Serão assentadas, inicialmente, as pedras mestras, que servirão de referência para o assentamento das demais. As pedras mestras deverão ser assentadas com espaçamento de cerca de 1,50 a 2,00 m no sentido transversal da via, a partir do eixo e de 4,00 m no sentido longitudinal. Desta maneira forma-se um reticulado que facilitará o trabalho de assentamento, evitando desvios em relação aos elementos do projeto.

Segue-se o assentamento das demais pedras, com as faces de rolamento, cuidadosamente escolhidas pelo calceteiro, fixadas para cima. As pedras deverão ficar entrelaçadas, de modo que não coincidam as juntas vizinhas, e que as faces superiores não apresentem saliências acentuadas, uma em relação às outras.

As juntas maiores serão preenchidas com lascas de pedras e as menores com o material de enchimento e fixação.

Após o assentamento das pedras, deverá ser espalhada sobre elas, uma camada de material de enchimento, com 2 cm de espessura, forçando-se a penetração desse material nas juntas dos poliedros, por meio de vassourões adequados ou irrigação, em quantidade que não carregue o material, mas apenas facilite a penetração nas juntas.

Deverão ser executadas, nos cruzamentos, fileiras de guias transversais à pista de rolamento das vias secundárias, paralelamente ao eixo da via principal obedecendo o nivelamento do revestimento.

Logo após a conclusão do serviço de rejuntamento dos poliedros, o calçamento será devidamente compactado.

A rolagem deverá progredir, nas tangentes, das bordas para o centro, paralelamente ao eixo da pista, de modo uniforme e cada passada atingirá a metade da outra faixa de rolamento até completa fixação do calçamento, isto é, até quando não se observar mais movimentação alguma das pedras pela passagem do rolo. Nos trechos em curva a progressão do rolo deverá ser do bordo interno da curva para o bordo externo.

Qualquer irregularidade ou depressão que venha a surgir durante a compactação, deverá ser prontamente corrigida, removendo e recolocando os poliedros com maior ou menor adição do material de assentamento, em quantidade suficiente à total correção do defeito.

A compactação das partes inacessíveis aos rolos compactadores deverá ser executada por meio de soquetes manuais adequados. As águas pluviais deverão ser desviadas por meio de valetas provisórias e o tráfego deverá ser proibido sobre a pista cujo pavimento estiver em construção.

Quando a via não possuir meios-fios, o acabamento lateral do revestimento será executado com cordões ou peças de rocha ou concreto, com seção retangular ou trapezoidal, destinadas a serem assentadas com a face superior coincidindo com a superfície de rolamento dos poliedros, com a finalidade de proteger os bordos do pavimento. As dimensões dos cordões serão estabelecidas no projeto, podendo ser utilizadas as peças de meio-fio pré-moldadas.

c.2. Demolição e remoção do pavimento

Quando se tratar de segmento de via cujo revestimento de alvenaria poliédrica será substituído por outro tipo de revestimento, a demolição deverá ser feita com motoniveladora e escarificador. Após revolver o revestimento, as pedras e o material de enchimento e fixação serão devidamente amontoados para fins de

PAVIMENTAÇÃO

carregamento e transporte para locais determinados pela SUPERVISÃO. Estas operações, devem ser realizadas com o máximo cuidado, para que a base não seja danificada. Por isto deverão ser usados, de preferência, pás carregadeiras e tratores com pneus.

Quando os serviços de demolição e remoção forem localizados, para fins de manutenção do revestimento ou abertura de valas, as pedras deverão ser removidas com utilização de ferramentas manuais. As pedras retiradas serão lançadas lateralmente para o reaproveitamento, tão logo tenham sido sanados os defeitos locais ou reaterradas as valas.

A reconstrução do revestimento será executada seguindo as mesmas instruções do subitem anterior e a compactação poderá ser feita com sapos mecânicos ou soquetes manuais, se não se dispuser de rolos mais pesados.

c.3. Revestimento asfáltico sobre alvenaria poliédrica

Em situação em que o órgão municipal contratante autoriza o revestimento asfáltico sobre a alvenaria poliédrica, recomenda-se manter um espaço de 50 cm entre a camada asfáltica, e o espelho do meio-fio. Este espaço, será preenchido pelo próprio calçamento poliédrico, com o objetivo de não obstruir as saídas pluviais das edificações lindeiras.

d. Controle**d.1. Conhecimento tecnológico**

Antes de iniciados os serviços, deverão ser feitos com a pedra a ser utilizada, os ensaios de desgaste “Los Angeles” e durabilidade “Soundnes Test”. O desgaste não deverá ser superior a 40% e a durabilidade não deverá apresentar perdas maiores que 12%, quando submetida à exposição de 5 ciclos.

d.2. Controle geométrico

O pavimento pronto deverá ter forma definida pelos alinhamentos, perfis, dimensões e seção transversal-tipo, estabelecidos pelo projeto, com as seguintes tolerâncias:

- Tolerância das dimensões dos poliedros depois de assentados: serão tolerados, na fileira completa, no máximo 20% de poliedros com dimensões diferentes do estabelecido nesta especificação. A altura do poliedro nas sondagens feitas em diversos pontos escolhidos pela FISCALIZAÇÃO, não poderá exceder em mais de 10% fora dos limites estabelecidos nesta especificação;
- Tolerância da superfície: a face do calçamento não deverá apresentar, sob uma régua rígida de 2,50 m a 3,00 m de comprimento, disposta em qualquer direção, uma flecha superior a 10 mm em qualquer direção;
- Tolerância de espessura: a altura da camada de enchimento e fixação, mais a dos poliedros, depois de comprimidos nas sondagens feitas em diversos pontos escolhidos pela SUPERVISÃO, não poderá diferir em mais de 5% da espessura fixada pelo projeto.

O pavimento deverá ser entregue ao tráfego somente depois de estar totalmente concluído, isto é, depois da compressão final. No caso de demolição de revestimento, deverá haver um controle visual com relação às danificações que poderão acontecer na base.

Quando houver reconstrução do revestimento poliédrico em pontos localizados, será feito somente o controle referente à superfície.

1.15.4. Critérios de levantamento, medição e pagamento**a. Levantamento (Quantitativos de Projeto)**

O serviço será levantado por metro quadrado (m²) de revestimento poliédrico a ser executado, tanto no caso de construção, como no caso de remoção e reconstrução para fins de abertura de valas ou de manutenção.

b. Medição

A medição será efetuada conforme os critérios do levantamento, observando-se o revestimento efetivamente executado.

Quando houver demolição e remoção de revestimento poliédrico, o serviço será medido como

PAVIMENTAÇÃO

terraplenagem.

c. Pagamento

O pagamento será efetuado com base nos preços unitários, por metro quadrado, apresentados para este serviço, seja para execução ou seja para remoção e reassentamento das peças poliédricas.

Os preços englobarão todas as operações necessárias aos serviços, descritas nesta especificação, devendo estar incluídos o fornecimento e transporte dos materiais utilizados e toda a mão-de-obra, equipamentos e encargos necessários à sua confecção.

1.16 PASSEIO**1.16.1 Objetivo**

• O Caderno de Encargos da SUDECAP objetiva estabelecer as formas, dimensões, especificações e recomendações técnicas para execução de passeios no município de Belo Horizonte, envolvendo os seguintes aspectos:

- Passeio de concreto “in loco” (acabamento manual ou mecanizado);
- Rebaixo permitido para rampas de garagem;
- Rebaixo recomendado, com passeio revestido com piso antiderrapante (tipo braille), para facilitar o trânsito de deficientes físicos e visuais;
- Esquema de concordância de passeios (chanfros) nas interseções de vias públicas.

1.16.2 Definição

Passeio ou calçada é a área da plataforma das vias públicas, normalmente segregada e em nível diferente, localizada entre o alinhamento dos imóveis e o meio-fio e/ou nos canteiros centrais, não destinada à circulação de veículos, destinado ao tráfego de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins.

Atendem principalmente e prioritariamente às necessidades do pedestre, e devem ser projetadas para suportar a passagem de veículos motorizados entre o leito carroçável e as propriedades lindeiras (estacionamentos, garagens, etc.).

A qualidade do passeio deve ser definida e medida principalmente em termos de fluidez, com espaço livre e compatível com o fluxo de pedestres, conforto com piso liso e antiderrapante, mesmo quando molhado, com declividade transversal para escoamento de águas pluviais de não mais que 2%, sem descontinuidades e obstáculos, e segurança, com ausência de perigos temporários.

1.16.3 Condições Gerais

Na execução de passeio em rua pavimentada, o passeio será executado em toda a extensão do lote da edificação.

Deverão possuir largura mínima de 1,5m, largura necessária para o deslocamento de dois adultos caminharem confortavelmente lado a lado.

Também deve-se observar a largura das áreas de separação, além da área mínima de passeio, que são desejáveis, entre o tráfego veicular e o de pedestres, para prover maior nível de conforto e segurança ao pedestre. Áreas de separação, utilizando o paisagismo, promovem espaço para a locação, placas de sinalização, postes, lixeiras, rampas para carga e descarga, além de outros tipos de mobiliário urbano. Além das opções apresentadas neste capítulo, poderá ser também utilizado o passeio em blocos intertravados de concreto, por sua facilidade de remanejamento e ou manutenção, além da ampliação da micro-drenagem das águas pluviais. Para este e outros tipos de acabamento, como o ladrilho hidráulico e calçada portuguesa, deverão ser seguidos outros tipos de especificações.

PAVIMENTAÇÃO

As rampas deverão existir em todas as travessias (demarcadas ou não por faixas de pedestres). O rebaixamento de calçadas para acesso dos deficientes físicos e travessias de pedestres deverão obedecer a norma NBR 9050, que preconiza, entre outros tópicos:

- Não deve haver desnível entre o término do rebaixamento da calçada e o leito carroçável;
- Os rebaixamentos de calçadas devem ser construídos na direção do fluxo de pedestres. A inclinação deve ser constante e não superior a 8,33% (1:12);
- Os rebaixamentos das calçadas localizados em lados opostos da via devem estar alinhados entre si;
- As calçadas devem ser rebaixadas junto às travessias de pedestres sinalizadas com ou sem faixa, com ou sem semáforo, e sempre que houver foco de pedestres;
- Deve ser garantida uma faixa livre no passeio de, no mínimo, 0,80m além do espaço ocupado pelo rebaixamento, sendo recomendável 1,20m;
- As abas laterais dos rebaixamentos devem ter projeção horizontal mínima de 0,50 m e compor planos inclinados de acomodação. A inclinação máxima recomendada é de 10%;
- O piso do rebaixamento deve ter diferenciação de textura (piso tátil) em relação ao piso adjacente, destinado a constituir alerta ou linha guia, perceptível por pessoas com deficiência visual;
- Especificamente para o caso de rebaixos para deficientes físicos, não é conveniente o posicionamento de dispositivos de captação de drenagem (bocas-de-lobo) e de outras utilidades públicas (hidrantes, postes, etc.) no alinhamento das rampas de pedestres.

A disposição do mobiliário urbano, do plantio de árvores adequadas (observar tamanho de raízes e área livre, a fim de não levantar os passeios) e outras ponderações construtivas de acessos para pessoas com dificuldades de mobilidade ou necessidades especiais. A disposição destes elementos ao longo dos passeios deve respeitar a área de desobstrução mínima de 1,20m.

Todo o mobiliário e outras interferências deverão ser sinalizadas com a utilização de piso de alerta podotátil. Quando da execução do passeio, deverão ser deixadas aberturas para o plantio de árvores de formato quadrado (60x 60 cm), ou de circunferência (D= 60 cm), de dimensão mínima. As distâncias entre os eixos das covas deverão seguir as orientações do Roteiro para representação de passeios da Secretaria de Regulação Urbana, de acordo com o tamanho do passeio, e o afastamento de 10 cm do meio-fio. Em passeios com maior fluxo de pedestres, ou onde foram plantadas árvores de maior porte, considerar uma cova maior, podendo serem utilizadas grelhas de concreto ou metálicas.

- A presença de árvores nas calçadas é importante, pois elas contribuem para melhorar o meio ambiente de nossa cidade e, nos dias de chuva, facilitam o escoamento das águas. Porém, compete à Prefeitura plantá-las ou repará-las e, neste caso, o técnico da subprefeitura estará atento à Lei nº 10.365/87 e à duas necessidades básicas:
- A dimensão da espécie escolhida deve estar adequada à largura da calçada;
- Não cimentar a base da árvore, para não prejudicar o desenvolvimento da mesma. No caso, deve haver grama ou ser instalada uma grelha, que facilita o fluxo dos pedestres.

1.16.4 Condições Específicas

A implantação de passeio deverá atender às exigências do Código de Posturas do município / Regulação Urbana / aprovação de projetos.

a.2.2. Execução

Será realizada a limpeza da área onde o passeio será executado, visando a retirada de detritos, entulhos, restos de massa e qualquer outro material indesejável.

O terreno será devidamente regularizado e compactado, até atingir 90% do Proctor normal. O nivelamento será realizado com equipamento de nível a laser.

PAVIMENTAÇÃO

Os rebaixos e concordâncias de passeios deverão ser executados estritamente dentro do estabelecido pela padronização.

Será lançado concreto usinado $F_{ck} = 15$ MPa, espessura final de 6,0 cm. Nas entradas de garagem, enterrar o meio-fio, deixando o topo do mesmo 5cm acima da sarjeta ou do pavimento, quando não houver sarjeta. Na entrada da garagem, aumentar a espessura do passeio para 10cm.

O passeio de concreto moldado "in loco" terá juntas secas espaçadas de 1,50m, constituídas pelo corte, antes do endurecimento do concreto, utilizando-se ferramentas específicas para este fim, como indutor de junta, sem secionar totalmente a estrutura.

Será efetuada a cura do passeio, submetendo-o a aspersão contínua de água, nas 3 horas subseqüentes à concretagem e durante os 14 dias seguintes.

a.2.3. Controle Tecnológico

Os materiais e misturas deverão ser submetidos aos seguintes ensaios previstos nas referidas normas da ABNT:

- Agregados para concreto: NBR NM 248, NBR NM26, NBR 7218, NBR NM46, NBR NM49;
- Cimento Portland: NBR 7215, NBR NM76, NBR NM18;
- Cimento: NBR 5739;
- As peças pré-moldadas de concreto deverão ser submetidas a ensaios de esclerometria, conforme a NBR 7584.

1.16.5. Critérios de levantamento, medição e pagamento**a. Levantamento (quantitativos de projeto)**

O serviço será levantado pela área, em metros quadrados (m^2) de passeio a ser executado em projeto. A adoção deste procedimento de execução será definida pelo SUPERVISOR DE PROJETOS e a SUPERVISÃO DA OBRA.

b. Medição

Será efetuada aplicando-se o mesmo critério de levantamento.

c. Pagamento

Os serviços serão pagos aos preços unitários contratuais, de acordo com os critérios definidos no item anterior, os quais remuneram o fornecimento, transporte e aplicação de todos os equipamentos, mão-deobra, encargos e materiais necessários à sua execução, envolvendo: escavação, remoção do material escavado do corpo da obra, regularização e apiloamento de terreno de fundação; concreto; demais serviços e materiais atinentes.

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
PAVIMENTAÇÃO

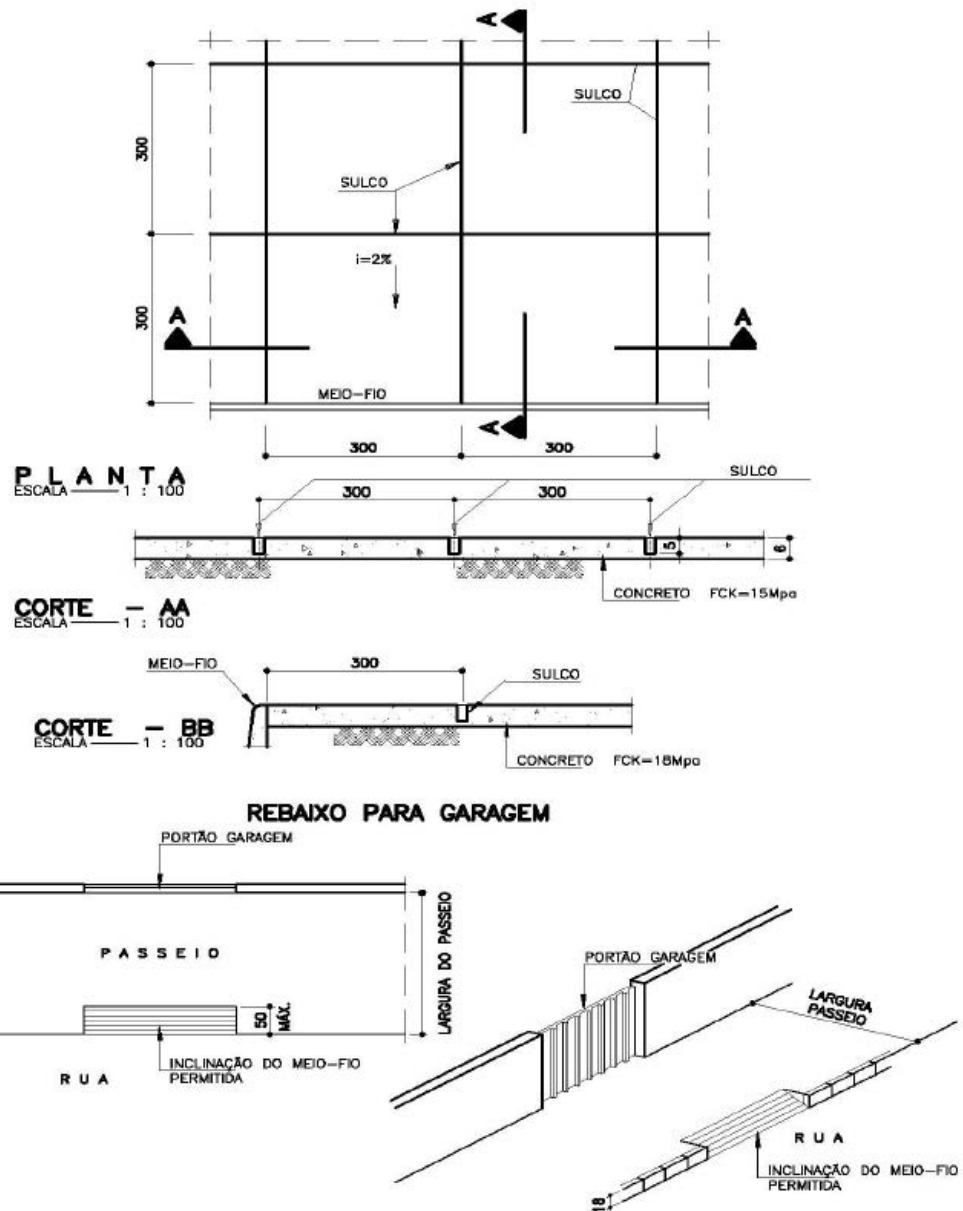


Figura 01- Passeio e rebaixo de garagem