

## **MEMORIAL DESCRITIVO**

**PROJETO DE ENGENHARIA  
PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA EM VIAS URBANAS  
REVESTIMENTO ASFÁLTICO TIPO “TSD”**

---

**DIVERSAS RUAS - PERIMETRO URBANO  
JACIARA - MT**

---

## **1. APRESENTAÇÃO**

O Relatório apresentado refere-se ao **Projeto Final de Engenharia** para Execução das Obras de Pavimentação Asfáltica, localizado no perímetro urbano do município de JACIARA - MT, conforme mostra a Planta Geral de Situação.

### **CARACTERÍSTICAS DA OBRA**

Pavimentação Asfáltica no perímetro urbano, sendo 13.633,48m<sup>2</sup> de área de Regularização do Subleito e 12.282,77m<sup>2</sup> de revestimento asfáltico tipo TSD espessura de 2,5 cm, base e sub-base granular estabilizada granulometricamente com espessura de 20 e 20 cm, perfazendo uma espessura total real compactada de 42,5cm; meios-fios em concreto com 10 cm de largura na parte superior e 15 cm de largura na parte inferior, sarjetas com largura de 32 cm também em concreto, totalizando uma largura de 47 cm. As Ruas possuem uma largura de 8,94m de largura entre as faces externas dos meios fios e uma largura de 8,00m de revestimento. Em todo trecho será executado calçada em concreto com largura de 1,50m.

**TOTAL DE PAVIMENTAÇÃO = 12.282,77m<sup>2</sup>**

## 2. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

Em nosso projeto básico, foi utilizado o Método de Dimensionamento do D.N.I.T., que é o Método proposto e elaborado pelo Eng<sup>o</sup> Murilo Lopes de Souza. Em resumo, o método tem bases nos ensaios de CBR e Índice de Grupo do subleito, e nos estudos de tráfego e dados correspondentes aos coeficientes de equivalência estrutural.

### 1. Estudos do Subleito

Foram feitas várias análises referentes ao CBR do subleito, em pontos distintos na área de abrangência do projeto, ou seja, em vias a serem pavimentadas. O valor adotado foi de 10,27 %. A partir daí, foi calculado o Índice de Suporte – IS.

O Índice de Suporte (IS) foi calculado em função de dois outros índices derivados, respectivamente, do CBR e do Índice de Grupo – IG; o IS é igual à média aritmética do IS (IG) derivado do Índice de Grupo e do IS (CBR) derivado do CBR, numericamente o IS (CBR) é igual ao CBR calculado do subleito. O valor do IS (IG) foi pesquisado na Tabela 3.12 – pág. 467 – Wlastermiller de Senço (Manual de Técnicas de Pavimentação Vol. I).

No item 12. Deste relatório, apresentamos os Ensaios de Campo do Laboratório de Solos, referente ao subleito existente e também os da Jazida de Cascelho, a qual será utilizada nas camadas de sub-base e base.

### 2. Estudos de Tráfego

O projeto foi dimensionado para um período de vida útil de 10 anos, a partir daí, foi calculado o número N, que é o número equivalente de operações de eixo padrão. O valor de N determina-se como sendo:

**$N = 365 \times Vm \times P \times (FC) \times (FE) \times (FR)$ ; sendo que  $FC \times FE$  é igual ao fator de veículo –  $FV$**

**Vm** = Volume diário médio de tráfego no sentido mais solicitado, no ano médio do período de projeto;

**P** = Período de projeto ou vida útil, em anos;

**FC** = Fator de carga ou de equivalência de operações do veículo padrão;

**FE** = Fator de eixo ou de equivalência de veículos no sentido dominante;

**FV = FC x FE** = Fator de veículo ou de equivalência de tráfego de veículos padrão no sentido dominante;

**FR** = Fator climático regional, em nosso estudo definido como sendo igual a 1, em função da determinação dos ensaios de CBR serem feitos imersos na água.

#### 2.1 – Determinações do Volume Diário Médio de Tráfego

Adotamos em nosso estudo o crescimento **geométrico** do tráfego, com uma taxa de crescimento anual (**t**) de 5,00 % e um volume diário de tráfego no sentido mais solicitado (**V0**) igual a 200 veículos / dia. Sabendo que o período de projeto (**p**) é de 10 anos, calculamos o tráfego total:

$$V_{total} = 365 \times V1 \times \left\{ \left[ (1 + t \div 200)^p - 1 \right] \div (t \div 200) \right\}$$

$$\text{Onde } V1 \text{ é: } V1 = V0 \times (1 + t \div 200)^1$$

Portanto, o valor calculado para o tráfego total é de **2,41 x 10<sup>5</sup>** no sentido dominante, daí teremos **Vm = Vt / 2 = 1,2 x 10<sup>5</sup> veículos** no ano médio do projeto.

## 2.2 – Determinações dos fatores de carga, eixo e veículo

Para a determinação desses fatores, apresentamos na seqüência a tabela dos dados de tráfego correlacionada com as cargas por eixos, percentagem de cada tipo sobre o total de veículos, fator de equivalência (**f**) e equivalência de operações.

Os dados referentes ao tráfego foram determinados por observações diárias nos trechos beneficiados, são os mostrados a seguir:

EIXOS SIMPLES (TON)	Nº DE EIXOS	%	FATOR DE EQUIVALÊNCIA (f)	EQUIVALÊNCIA DE OPERAÇÕES
< 5,0	2	85,0	-	-
5,0	2	5,0	0,10	0,50
7,0	2	5,0	0,50	2,50
10	3	2,0	3,0	6,0
13,5	3	1,0	20,0	20,0
15	3	1,0	40,0	40,0
<b>EIXO TANDEM (TON)</b>				
17	2	1,0	7,0	7,0
<b>100 x FC</b>				76,0

Os fatores de equivalência estão demonstrados na figura 3.29 e na tabela 3.14 do Manual de Técnicas de Pavimentação – Wlastermiller de Senço.

Da planilha acima, foram determinados os valores de FC e FE, conforme abaixo:

$FC = 76,0 / 100 = 0,76$  e  $FE = 0,95 \times 2 + 0,05 \times 3 = 2,05$ ; portanto o valor de  $FV = FC \times FE = 1,558$ .

## 2.3 – Cálculo do valor do número “ N “

O valor do número N será conforme a equação apresentada:

$N = 2,41 \times 10^5 \times 1,0 \times 1,558 = 3,75 \times 10^5$  operações equivalentes, portanto  $N < 10^6$  **Tratamento Superficial Betuminoso** (DNIT 2006).

## 3. Determinação das Espessuras das Camadas do Pavimento

Dispondo dos valores dos Índices de Suporte do subleito, da sub-base e da base e do número de operações de eixo equivalente, foram determinadas as espessuras totais das camadas, com a utilização do Ábaco de dimensionamento – figura 3.30 – página 482 – M.T.P. – de Senço.

Admitimos que todos os materiais que irão compor o pavimento possuam o mesmo coeficiente estrutural e de valor unitário, ou seja,  $K_{base}$ ,  $K_{sub-base}$ ,  $K_{subleito}$  e  $K_{revestimento}$  iguais a 1,00.

Do Ábaco, tiramos os valores da espessura total do pavimento ( $H_m$ ) e da espessura total de pavimento sem a sub-base ( $H_{17}$ ), os valores encontrados foram:

Os coeficientes de equivalência estrutural dos componentes do pavimento, são os mostrados a seguir:

1. Base granular e sub-base granular –  $K_{base}/K_{sub-base} = 1,00$ ;
2. Tratamento Superficial Duplo com Capa Selante –  $K_{tsd} = 1,20$ .

As espessuras são definidas por códigos, a base é B, a sub-base é h20 e o revestimento é R.

As equações que definiram as camadas foram as seguintes:

$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598} =$$

$$H_t = 77,67(3,75 \times 10^5)^{0,0482} \cdot (9,42)^{-0,598} =$$

$$H_t = 39,53 \text{ cm}$$

Da equação acima, determinamos os valores das espessuras das camadas, que são apresentadas abaixo:

Encontramos a espessura de 20,00cm para a camada sub-base e a espessura de 20,00 cm para a base.

### 3. ESPECIFICAÇÕES

#### A - PAVIMENTAÇÃO

##### A.1 - Regularização do subleito

###### A.1.1 - Generalidades:

Esta especificação se aplica à regularização do subleito de área a pavimentar, com terraplanagem já concluída.

Regularização é a operação destinada a conformar o leito do terreno, quando necessário, transversal e longitudinal indicado no projeto.

A regularização é uma operação que será executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento.

###### A.1.2 - Materiais

Os materiais empregados na regularização do subleito serão os do próprio subleito. No caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser

provenientes de ocorrências de material indicados no projeto, ter um diâmetro máximo de partículas igual ou inferior a 76 mm, um índice de suporte Califórnia, determinado com a energia do método DNER-ME 47-64, igual ou superior ao material considerado, no dimensionamento do pavimento, como representativo do trecho em causa; e expansão inferior a 2%.

#### A.1.3 - Equipamentos

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução de regularização:

- a) - Motoniveladora pesada, com escarificador;
- b) - Carro-tanque distribuidor de água;
- c) - Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro vibratório;
- d) - Grades de disco;

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

#### A.1.4 - Execução

Toda a vegetação e material orgânico serão removidos. Após a execução de cortes e adição de material necessário para atingir o greide de projeto, preceder-se-á a uma escarificação geral na profundidade de 20 cm. Seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

Os aterros além dos 20 cm máximos previstos, serão executados de acordo com as especificações de terraplanagem.

No caso de cortes em rocha, deverá ser previsto o rebaixamento em profundidade adequada, com substituição por material granular apropriado. Neste caso, proceder-se-á a regularização pela maneira já descrita.

O grau de compactação deverá ser, no mínimo, 100% em relação à massa específica seca, máxima obtida no ensaio DNER-ME 47-64, e teor de umidade deverá ser a umidade ótima de ensaio citado +/- 2%.

#### A.1.5 - Controle Tecnológico

- Ensaio

- Serão precedidos

a) - Determinação da massa específica aparente, "in situ", com espaçamento máximo de 200 m de pista, nos pontos onde foram coletadas as amostras para os ensaios de compactação;

b) - Ensaio de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, respectivamente método DNER-ME 44-64, ME 82-63 e ME 80-64), com espaçamento máximo de 500 m de pista.

### A.2 – Sub-base Estabilizada Granulometricamente

#### A.2.1 - Generalidades

Esta especificação se aplica à execução de sub-base granular, constituída de camadas de solos, misturas de solos e materiais britados, ou produtos totais de britagem.

As sub-bases constituídas de solo e material britado são comumente designadas de "solo-brita", e as constituídas exclusivamente de produtos de britagem são denominadas sub-bases de brita granulada.

### A.2.2 - Materiais

A sub-base será executada com materiais que preenchem os seguintes requisitos:

a)- Índice de grupo – IG igual a zero quando submetido aos ensaios de caracterização seguintes:

. DNIT-ME 080, DNIT-ME 122, DNIT-ME 082;

b) - A fração retida na peneira nº 10 no ensaio de granulométrica deve ser constituída de partículas duras, isentas de fragmentos moles, material orgânico ou outras substancia prejudiciais;

c) – - O índice de suporte Califórnia não deverá ser inferior a 20% ou de acordo com indicações do projeto e expansão máxima de 1,0 % determinada através dos ensaios seguintes:

. Compactação DNIT-ME 129 (método B ou C), conforme indicação do projeto; Índice de Suporte Califórnia DNER-ME 049 com a energia de compactação definida no projeto;

No caso de solos lateríticos caracterizados no projeto, pela relação molecular sílica/sesquióxido R menor ou igual a 2, os materiais submetidos aos ensaios acima poderão apresentar índice de grupo diferente de zero e expansão menor ou igual a 0,50 %, desde que o ensaio da expansibilidade (DNIT-ME 029) apresente um valor inferior a 10,0 %.

### A.2.3 – Equipamentos

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

a) - Motoniveladora com escarificador;

b) - Carro-tanque distribuidor de água;

c) - Rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;

d) - Trator agrícola de pneus equipado com grade de disco.

Além desses poderão ser usados outros equipamentos aceitos pela fiscalização.

### A.2.4 - Execução

Compreende as operações de espalhamento, mistura e 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 projetada.

Os materiais de sub-base serão explorados e preparados de acordo com as especificações complementares.

Quando houver necessidade de executar camadas de sub-base com espessura superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais, nenhuma delas excedendo a espessura de 20 cm. A espessura mínima de qualquer camada de sub-base será de 10 cm, após a compactação.

O grau de compactação deverá ser no mínimo 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima de ensaio +/- 2%.

### A.2.5 – Controle Tecnológico e Ensaio

Serão precedidos:

a) – Ensaio de massa específica aparente, “in situ” com espaçamento máximo de 200 m de pista em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, determinada pelo método DNIT-ME 092 e DNIT-ME 036, ou a critério da fiscalização;

b) - Ensaio de umidade higroscópica do material, imediatamente antes da compactação da camada, para cada 100 metros de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente, segundo os métodos DNIT-ME 052 ou DNIT-ME 088, ou a critério da fiscalização. A tolerância admitida para a umidade higroscópica será de mais ou menos 2,0 % em torno da umidade ótima;

c) – Os cálculos do grau de compactação, GC maior ou igual a 100,0 % serão realizados utilizando-se os valores da massa específica aparente seca obtida no laboratório e da massa específica aparente “in situ” obtida no campo;

O número de ensaios de compactação poderá ser reduzido desde que se verifique a homogeneidade do material.

### A.3 - Base Estabilizada Granulometricamente

#### A.3.1 - Generalidades

Esta especificação se aplica à execução de bases granulares, constituídas de camadas de solos, misturas de solos e materiais britados, ou produtos totais de britagem.

As bases constituídas de solo e material britado são comumente designadas de “solo-brita”, e as constituídas exclusivamente de produtos de britagem, bases de brita granulada.

#### A.3.2 - Materiais

A base será executada com materiais que preenchem os seguintes requisitos:

a)- Deverão possuir composição granulométrica enquadrada em uma das faixas do quadro a seguir.

TIPOS DE PENEIRAS	FAIXA 01				FAIXA 02	
	A	B	C	D	E	F
2”	100	100	-	-	-	-
1”	-	75 – 90	100	100	100	100
3/8”	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100	-	-
Nº 04	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85	55 - 100	70 – 100
Nº 10	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70	40 - 100	55 – 100
Nº 40	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45	20 - 50	30 – 70
Nº 200	2 – 8	5 – 20	5 - 15	10 - 25	6 - 20	8 – 25



b) - 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 esses limites forem ultrapassados, o equivalente de areia deverá ser maior que 30%.

c) - A percentagem do material que passa na peneira nº 200 não deverá ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40.

d) - O índice de suporte Califórnia não deverá ser inferior a 60% e a expansão máxima será de 0,5% determinados segundo o método do DNER-ME 49-64 e com a energia do método DNER-ME 48-64.

e) - O agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles alongados ou achatados, isento de material vegetal ou outra substância prejudicial. Quando submetido ao ensaio Los Angeles, não deverá apresentar desgaste superior a 55%.

### A.3.3 – Equipamentos

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

a) - Motoniveladora com escarificador;

b) - Carro-tanque distribuidor de água;

c) - Rolos compactadores tipos pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;

d) - Grade de discos.

Além desses poderão ser usados outros equipamentos aceitos pela fiscalização.

### A.3.4 - Execução

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

Os materiais de base serão explorados, preparados e de acordo com as especificações complementares.

Quando houver necessidade de executar camadas de base com espessura superior a 20 cm, estas serão subdivididas em camadas parciais, nenhuma delas excedendo a espessura de 20 cm. A espessura mínima de qualquer camada de base será de 10 cm, após a compactação.

O grau de compactação deverá ser no mínimo 100%, em relação à massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio DNER-ME 48-64, e o teor de umidade deverá ser a umidade ótima de ensaio +/- 2%.

### A.3.5 - Controle

- Controle Tecnológico;

- Ensaios.

Serão procedidos:

a) - Determinações de massa específica aparente, “in situ” com espaçamento máximo de 200 m de pista, nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação;

b) - Ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, respectivamente segundo os métodos DNER-ME 44-64, ME 82-63 e ME 80-64, com espaçamento máximo de 500 m de pista);

c) - Ensaio de índice de suporte Califórnia, com a energia de compactação do método DNER-ME 48-64, com espaçamento máximo de 1000 m de pista;

d) - Um ensaio de compactação, segundo método DNER-ME 48-64, para determinação da massa específica aparente, seca sendo sempre à ordem: bordo direito, eixo, bordo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito, etc., a 60 cm do bordo.

O número de ensaios de compactação poderá ser reduzido desde que se verifique a homogeneidade do material.

#### A.4 - Imprimação

##### A.4.1 - Generalidades

Consiste a imprimação de uma camada de material betuminoso sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução de um novo revestimento betuminoso qualquer, objetivando:

a) - Aumentar a coesão da superfície da base, pela penetração do material betuminoso empregado;

b) - Promover condições de aderência entre a base e o revestimento;

c) - Impermeabilizar a base.

##### A.4.2 - Materiais

Todos os materiais devem satisfazer as especificações aprovadas pelo DNIT.

Pode ser empregado asfalto diluído, tipo CM-30.

A taxa de aplicação é aquela que deve ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente, no canteiro da obra. As taxa de aplicação varia de 0,8 a 1,6/m<sup>2</sup>, conforme o tipo e textura da base e do material betuminoso escolhido.

##### A.4.3 - Equipamentos

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

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

A distribuição do ligante deve ser feita por carro equipado com bomba reguladora de pressão e sistemas completos do aquecimento, que permitam a aplicação do material betuminoso em quantidade uniforme.

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

Os carros distribuidores devem dispor de tacômetros, 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.

#### A.4.4 - Execução

Depois de perfeita conformação geométrica da base, proceder-se-á a varredura da sua superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existente.

Aplica-se a seguir o material betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e de maneira mais uniforme. O material betuminoso não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10º C, ou em dias de chuva, ou quando esta estiver iminente.

A temperatura de aplicação do material betuminoso deve ser fixada para cada tipo de ligante, em função de relação temperatura-viscosidade.

Deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento. As faixas de viscosidade recomendadas para espalhamento são de 20 a 60 segundos. Saybolt-Furol, para asfalto diluído.

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 a imprimação da adjacente, assim que a 1ª for permitida a sua abertura ao trânsito, será condicionado pelo comportamento da 1ª, não devendo ultrapassar a 30 dias.

A fim de evitar a superposição, ou excesso, nos pontos iniciais e finais 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. Na ocasião da aplicação do material betuminoso, a base deve se encontrar levemente úmida.

#### A.4.5 - Controle

##### A.4.5.1 – Controle de Qualidade

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

O controle constará de:

Para asfaltos diluídos:

- . 1 ensaio de viscosidade Saybolt – Furol, para todo carregamento que chegar à obra;
- . 1 ensaio do ponto de fulgor, para cada 100 ton;
- . 1 ensaio de destilação, para cada 100 ton;

##### A.4.5.2 – Controle de Temperatura

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

##### A.4.5.3 - Controle de Quantidade.

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 feito por um dos modos seguintes:

a) - 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;

b) - 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 consumida.

A.5 - Tratamento Superficial Duplo com Capa Selante por Penetração Invertida.

#### A.5.1 - Generalidades

O tratamento superficial duplo, com capa Selante, por penetração invertida é um revestimento constituído de três aplicações alternadas de emulsão asfáltica.

A 1ª aplicação de emulsão é distribuída diretamente sobre a base imprimada, e sobre ela, faz-se a 1ª camada de agregados graúdos. Esta camada é comprimida e sobre ela, faz-se a 2ª aplicação de emulsão, após a penetração do ligante no agregado, preceder-se-á recobrimento com uma camada de agregado médio, a qual depois de comprimida, recebe a 3ª aplicação do ligante, a seguir faz-se o espalhamento de agregados miúdos, completando-se a compressão final.

O tratamento deve ser executado sobre a base já imprimada e de acordo com os alinhamentos, greides e seção transversal projetados.

#### A.5.2 - Materiais

Todos os materiais devem satisfazer as especificações aprovadas pelo DNIT.

#### A.5.3 - Materiais Betuminosos

Poderão ser empregados de acordo com a carga de partícula do agregado, emulsões aniônicas de ruptura rápida, tipo RR-IC e RR-2C ou emulsões catiônicas de ruptura rápida, tipos RR-IK e RR-2K.

#### A.5.4 - Agregados.

Os agregados podem ser pedra britada, escória britada e cascalho ou seixo rolado, britado. 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 de outro que utilizados anteriormente, tenham apresentado, comprovadamente, bom comportamento.

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:

**$I + g > 6e$** , Onde:

I - Maior dimensão de grãos;

g - Diâmetro mínimo do anel, através do qual o grão pode passar;

e - Afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais podem ficar contidos os grãos.

Não dispendo de anéis ou peneiras com crivos de abertura circular, o ensaio poderá ser realizado, utilizando-se peneiras de malha quadrada, adotando-se a fórmula:  **$I + 1,25g > 6$**

Sendo que a média das aberturas de duas peneiras, entre as quais ficam retidos os grãos.

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

No caso de emprego de escória britada, deve ter uma massa específica aparente igual ou superior a 1.100 Kg/m<sup>3</sup>.

A graduação dos agregados deve obedecer ao disposto no quadro a seguir:

PENEIRAS		1ª CAMADA % PASSANDO		2ª CAMADA % PASSANDO
POLEGADAS	MM	FAIXA A		FAIXA B
1"	25,4	100	-	-
3/4"	19,1	90 – 100	-	-
1/2"	12,7	20 – 55	100	-
3/8"	9,5	0 – 15	85 – 100	100
Nº 04	4,8	0 – 5	10 – 30	85 – 100
Nº 10	2,0	-	0 – 10	10 – 40
Nº 200	0,074	0 - 2	0 – 2	0 – 2

#### A.5.5 - Quantidade

As quantidades de agregados e de ligantes betuminosos poderão ser as constantes do quadro seguinte, mas o valor exato a empregar será fixado após o conhecimento do material britado que será utilizado.

QUANTIDADES MÉDIAS	
Agregados Kg /m <sup>2</sup>	Emulsão / m <sup>2</sup>
24,7 (Brita)	1,20 (CM30-Imprimação)
5,0 (Areia)	2,60 (RR-2C-Ligante)

Os materiais betuminosos serão adquiridos em Cuiabá, e a brita será adquirida em jazida no Distrito de Nossa Senhora da Guia, numa distância de 35km.

Quando for empregada escória britada, como agregado de cobertura, deverão ser consideradas as suas porosidades, na fixação da taxa de aplicação do material betuminoso.

#### A.5.6 - Equipamentos

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

Os carros distribuidores do material betuminoso, especialmente construído para esse fim, devem ser providos de dispositivos de aquecimento e de rodas pneumáticas, dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil acesso, e ainda disporem de um espargidor manual para tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

Os rolos compressores devem ser do tipo tandem ou de preferência pneumática, autopropulsores. Os rolos compressores tipo tandem devem ter uma carga, por centímetro de largura de roda não inferior a 25 Kg e não superior a 45 Kg. Seu peso total não será superior a 10 toneladas. Os rolos pneumáticos autopropulsores deverão ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 35 a 120 libras por polegada quadrada.

Os distribuidores de agregados rebocáveis ou automotrizes devem possuir dispositivos que permitam uma distribuição homogênea da quantidade de agregados fixados no projeto.

#### A.5.7 - Execução.

Não será permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação durante os dias de chuva. O material betuminoso só deve ser aplicado quando a temperatura ambiente estiver acima de 10° C.

A temperatura de aplicação do material betuminoso deve ser determinada para cada tipo de emulsão asfáltica, em função de relação temperatura-viscosidade. Deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para o espalhamento.

Recomenda-se a aplicação da emulsão em uma temperatura que corresponda à viscosidade entre 25 - 100 segundos, Saybolt-Furol. Na ausência de dados adequados de viscosidade-temperatura, sugerem-se os limites de temperatura de 24° C a 54° C, obtidos com base na faixa de viscosidade para emulsão.

Antes de se iniciar a 1ª aplicação da emulsão, a pista imprimada deverá ser cuidadosamente varrida.

A primeira aplicação de emulsão deverá ser feita de modo uniforme, pelo carro distribuidor, na quantidade e temperatura especificada. Nas juntas transversais, deverá ser empregada uma faixa de papel, para evitar a superposição de banhos adjacentes. Os pontos que não forem alcançados pela emulsão deverão ser completados com espalhamento manual.

Após a 1ª aplicação, o agregado especificado, deve ser uniformemente espalhado, na quantidade indicada no projeto. O espalhamento será realizado pelo equipamento especificado. Quando necessário para garantir uma cobertura uniforme, a distribuição poderá ser completada por processo manual adequado.

Excesso de agregado deve ser removido antes de compressão.

A seguir proceder-se-á a compressão do agregado no sentido longitudinal, começando pelo bordo e progredindo para o eixo nos trechos em tangente e, nas curvas, a compressão progredirá sempre do bordo mais baixo para o bordo mais alto. Cada passada será recoberta na vez subsequente de pelo menos a metade da largura do rolo. A compressão deve ser interrompida antes do aparecimento de sinais de esmagamento do agregado.

As 2ª e 3ª aplicações da emulsão deverão seguir a mesma sistemática preconizada anteriormente, para a primeira aplicação.

Após a segunda e terceira aplicação da emulsão, o agregado da segunda e terceira camada, será distribuído conforme citado anteriormente, para o acerto dessa camada aconselha-se o emprego da vassoura de arrasto. A compressão se fará até haver completo entrosamento das três camadas de agregado.

A rua só deverá ser aberta ao trânsito 24 horas após a compressão final da terceira camada de agregado. Quando houver necessidade de abertura ao trânsito, antes deste período a velocidade deverá ser controlada e mantida abaixo de 40 Km/h.

De 5 a 10 dias após a conclusão do revestimento, deverá ser feita uma varredura dos agregados não fixados pelo ligante.

#### A.5.8 - Controle

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

#### A.5.9 - Controle de Qualidade do Material Betuminoso.

O controle de qualidade do material betuminoso constará do seguinte:

- Ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento que chegar a obra;
- Ensaio de resíduos por evaporação para todo carregamento que chegar a obra;
- Ensaio de sedimentação para cada 100 t.

#### A.5.10 - Controle de Qualidade dos Agregados

O controle de qualidade dos agregados constará do seguinte:

- Duas análises granulométricas, para cada dia de trabalho;
- Ensaio de índice de forma para cada 900 m<sup>3</sup>;
- Ensaio de desgaste Los Angeles, por mês, ou quando houver variação da natureza do material;
- Ensaio de densidade para cada 900 m<sup>3</sup>;

#### A.5.11 - Controle de Temperatura de Aplicação do Ligamento Betuminoso.

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

#### A.5.12 - Controle de Quantidade do Ligante Betuminoso.

O controle de quantidade do material betuminoso 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 as seguintes modalidades:

- a) - Coloca-se na pista uma bandeja, de peso e áreas conhecidas. Mediante uma pesagem, após a passagem dos carros distribuidores tem-se a quantidade de material betuminoso usado;
- b) - Utiliza-se uma régua de madeira, pintada e graduada tal que forneça diretamente, por diferença de altura do material betuminoso, no tanque do carro distribuidor, antes e depois da operação, a quantidade do material consumido.

#### A.5.13 - Controle de Quantidade e Uniformidade do Agregado.

Devem ser feitos para cada dia de operação pelo menos dois controles de quantidade de agregado aplicado. Este controle é feito colocando-se na pista, alternadamente, recipiente de peso e áreas conhecidas. Por simples pesadas, após a passagem do carro distribuidor, ter-se-á a quantidade de agregados realmente espalhada. Este mesmo agregado é que servirá para o ensaio da granulometria, que controlará a uniformidade do material utilizado.

#### A.5.14 - Controle de Uniformidade de Aplicação do Material Betuminoso.

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

#### A.5.15 - Controle Geométrico.

O controle geométrico do tratamento superficial deverá constar de uma verificação do acabamento da superfície. Esta será feita com duas réguas, uma de 1,00 m e outra de 3 m de comprimento colocadas em ângulos retos e paralelamente ao eixo da estrada respectivamente. A variação da superfície, entre os dois pontos quaisquer do contato não deve ser maior que 0,5 cm quando verificada com qualquer das duas réguas.

### 6.0 MEIOS-FIOS E SARJETAS

#### 6.1 Definição e generalidades

Os Meios-Fios são dispositivos de drenagem superficial, moldados “in loco” e se prestam a disciplinar e conduzir o fluxo das águas pluviais precipitadas sobre o pavimento do município e lançando-as para outros dispositivos complementares que proporcionarão um deságüe seguro, protegendo o corpo estradal.

#### 6.2 Controle tecnológico

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

#### Materiais

Todos os materiais utilizados deverão atender integralmente às seguintes especificações, a saber:

- cimento: ver especificação - “Recebimento e Aceitação de Cimento”;
- agregado miúdo: ver especificação - “Agregado Miúdo para Concreto e Cimento”;
- agregado graúdo: ver especificação - “Agregado Graúdo para Concreto e Cimento”;
- água: ver especificação - “Água para Concreto”;
- concreto: ver especificação - “Concreto e Argamassas”;
- formas (guias): ver especificação - “Formas e Cimbres”.

O concreto utilizado nos dispositivos em que se especifica este tipo de revestimento deverá ser dosado experimentalmente para uma resistência característica à compressão (fck) min. aos 28 dias de 15 Mpa. O concreto utilizado



deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118 e NBR 7187 da ABNT.

### 6.3 Meios fios e sarjetas

Os meios fios e sarjetas são executados acima da sub-base compactada, de acordo com os projetos, preparo manual, com seixo rolado, capacidade hidráulica das sarjetas é obtida pela fórmula de Manning a seguir:

$$Q = A/n \times R_H^{2/3} \times I^{1/2}$$

Onde:

A = área da seção de escoamento (m<sup>2</sup>);

n = coeficiente rugosidade para concreto rústico;

R<sub>H</sub> = raio hidráulico;

I = declividade longitudinal da via.

#### 4. FONTES DE CONSULTAS

1. DIVISÃO TERRITORIAL DO BRASIL. DIVISÃO TERRITORIAL DO BRASIL E LIMITES TERRITORIAIS. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (1 DE JULHO DE 2008).
2. IBGE (10 OUT. 2002). ÁREA TERRITORIAL OFICIAL. RESOLUÇÃO DA PRESIDÊNCIA DO IBGE DE N° 5 (R.PR-5/02).
3. CENSO POPULACIONAL 2010. CENSO POPULACIONAL 2010. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (29 DE NOVEMBRO DE 2010).
4. PRODUTO INTERNO BRUTO DOS MUNICÍPIOS 2004-2008. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. PÁGINA VISITADA EM 11 DEZ. 2010.
5. CHUVAS INTENSAS NO BRASIL – PROFº OTTO PFAFSTETTER;
6. MANUAL DE TÉCNICAS DE PAVIMENTAÇÃO – PROFº WLASTERMILER DE SENÇO – VOL 1;
7. ELEMENTOS DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E SANITÁRIA – LUCAS NOGUEIRA GARCEZ;
8. ÁGUAS DE CHUVA – ENGENHARIA DAS ÁGUAS PLUVIAIS NAS CIDADES – PROFº MANOEL HENRIQUE CAMPOS BOTELHO;
9. HIDROLOGIA – LUCAS NOGUEIRA GARCEZ E GUILLERMO ACOSTA ALVAREZ – 2ª EDIÇÃO;
10. MANUAL DE HIDRÁULICA – PROFº AZEVEDO NETTO, Miguel Fernandez y Fernandez, Roberto de Araújo e Acácio Eiji Ito – 8ª EDIÇÃO - Atualizada;
11. PROJETO DE SISTEMAS DE ÁGUAS PLUVIAIS – CETESB;
12. DNIT – MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES – BRASIL – SICRO 2;
13. BRASIL EM RELEVO – EMBRAPA
14. DIVISÃO TERRITORIAL DO BRASIL. DIVISÃO TERRITORIAL DO BRASIL E LIMITES TERRITORIAIS. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (1 DE JULHO DE 2008). PÁGINA VISITADA EM 11 DE OUTUBRO DE 2008.
15. IBGE (10 OUT. 2002). ÁREA TERRITORIAL OFICIAL. RESOLUÇÃO DA PRESIDÊNCIA DO IBGE DE N° 5 (R.PR-5/02). PÁGINA VISITADA EM 5 DEZ. 2010.
16. CENSO POPULACIONAL 2010. CENSO POPULACIONAL 2010. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (29 DE NOVEMBRO DE 2010). PÁGINA VISITADA EM 11 DE DEZEMBRO DE 2010.