



# **MEMORIAL DESCRITIVO DE PAVIMENTAÇÃO**

**OBJETO DA OBRA: PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA CASCAVEL**  
**PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA RITA DE CALDAS**  
**MUNICÍPIO: SANTA RITA DE CALDAS - MG**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CANTEIRO DE OBRAS.....</b>	<b>4</b>
1.1	Serviços Técnicos .....	4
1.2	Máquinas e Ferramentas .....	4
1.3	Limpeza permanente da obra.....	4
1.4	Dispositivo de Proteção e Segurança.....	4
<b>2</b>	<b>DRENAGEM PLUVIAL.....</b>	<b>5</b>
2.1	Execução de canaleta .....	5
2.2	Descida d'água tipo calha DN 500 .....	5
2.3	Transposição de segmento de sarjeta.....	5
<b>3</b>	<b>PAVIMENTAÇÃO .....</b>	<b>6</b>
3.1	Diretrizes para execução de terraplanagem .....	6
3.1.1	<i>Execução de aterro .....</i>	<i>6</i>
3.1.2	<i>Execução de corte.....</i>	<i>6</i>
3.1.3	<i>Quadro de volumes .....</i>	<i>7</i>
3.2	Dimensionamento da Base e do Revestimento.....	8
3.2.1.1	Considerações .....	8
3.2.1.2	Estudo do tráfego.....	8
3.2.1.3	Capacidade de suporte do sub-leito (cbr) .....	9
3.2.1.4	Determinação do revestimento e da base.....	9
3.3	Regularização do subleito.....	12
3.4	Execução de base em solo-brita.....	13
3.4.1	<i>Solo .....</i>	<i>13</i>
3.4.2	<i>Agregado.....</i>	<i>13</i>
3.4.3	<i>Mistura Solo-Brita.....</i>	<i>14</i>
3.5	Imprimação da Base.....	15
3.5.1	<i>Materiais para Imprimadura ligante:.....</i>	<i>15</i>
3.5.2	<i>Equipamentos.....</i>	<i>15</i>
3.5.3	<i>Processo Executivo.....</i>	<i>16</i>
3.5.4	<i>Controle .....</i>	<i>16</i>
3.5.5	<i>Recebimento.....</i>	<i>16</i>
3.6	Execução de revestimento em concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ): .....	16

3.6.1	<i>Materiais</i> .....	17
3.6.2	<i>Equipamento</i> .....	17
3.6.3	<i>Procedimento Executivo</i> .....	18
3.7	Controle .....	19
3.7.1	<i>Controle Tecnológico</i> .....	19
3.8	Controle Geométrico.....	19
3.9	Recebimento .....	20
<b>4</b>	<b>SINALIÇÃO</b> .....	<b>20</b>
4.1	Sinalização horizontal.....	20
4.1.1	<i>Linha de bordo (LBO) Cor branca</i> .....	20
	<i>Tem a função de delimitar, através de linha contínua, a parte da pista destinada ao deslocamento dos veículos, estabelecendo seus limites laterais. Esta marca longitudinal deverá ser implantada na cor branca com espessura de 0,10cm em todo o percurso das vias a serem sinalizadas, de acordo a indicação do projeto.</i> .....	20
4.1.2	<i>Linha simples contínua (LFO-1) Cor amarela</i> .....	20
4.2	Sinalização vertical .....	20
4.2.1	<i>Chapas</i> .....	21
4.2.1.1	Especificação e preparo da chapa .....	21
4.2.1.2	Pintura ou acabamento da superfície .....	21
4.2.1.3	Confecção das placas .....	22
4.2.2	<i>Elementos de fixação</i> .....	22
4.2.3	<i>Posicionamento das placas</i> .....	22
4.2.4	<i>Suportes</i> .....	23

## **ESTRADA CASCAVEL**

### **1 CANTEIRO DE OBRAS**

#### **1.1 Serviços Técnicos**

Será de responsabilidade da empreiteira a verificação do RN e alinhamento geral.

Após proceder a marcação dos diferentes alinhamentos e pontos de nível, a empreiteira fará a competente comunicação à Fiscalização, a qual procederá às verificações e as aferições que julgar oportunas.

A ocorrência de erros na locação da obra projetada implicará para a empreiteira, na obrigação de proceder por sua conta e nos prazos estipulados às modificações, demolições e reposições que se tornarem necessárias, à juízo da Fiscalização.

A locação de sistemas viários internos e de trechos de vias de acesso será realizada pelos processos convencionais, utilizados em estradas e vias urbanas, com base nos pontos definidos no levantamento.

#### **1.2 Máquinas e Ferramentas**

Competirá à empreiteira fornecer todo o ferramental, maquinaria e aparelhamento adequado à mais perfeita execução dos serviços contratados.

#### **1.3 Limpeza permanente da obra**

Periodicamente será procedida a remoção de todo o entulho e detritos que se venha a acumular no terreno, em decorrência da execução da obra, devendo a mesma ser mantida permanentemente limpa.

#### **1.4 Dispositivo de Proteção e Segurança**

Antes do início dos trabalhos, a Contratada deverá apresentar à Fiscalização as medidas de segurança a serem adotadas durante a execução dos serviços e obras, em atendimento aos princípios e disposições da NR 18 - Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção.

A Contratada fornecerá aos funcionários todos os equipamentos de proteção individual exigidos pela NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI), tais como: capacetes e óculos especiais de segurança, protetores faciais, luvas e mangas de proteção, botas de borracha e cintos de

segurança, de conformidade com a natureza dos serviços e obras em execução.

## **2 DRENAGEM PLUVIAL**

### **2.1 Execução de canaleta**

As sarjetas triangulares de concreto posicionam-se na faixa da plataforma contígua a pista. A seção transversal deve seguir os projetos-tipos do DNIT, conforme detalhamento em projeto. O material utilizado para a construção do dispositivo é em concreto fck 15Mpa com a espessura especificada em projeto, devendo ser executada sobre solo devidamente compactado.

- Concreto fck = 20 MPa, traço 1:2,7:3 (cimento/ areia média/ brita 1): material para concretagem;
- Sarrafo \*2,5 x 7,5\* cm em pinus, mista ou equivalente da região - bruta: material para produzir fôrma;
- Prego de aço polido com cabeça 17 x 21 (2 x 11): material para produzir fôrma;
- Transporte horizontal com jericá de 60 l, de massa/ granel (unidade: m<sup>3</sup>xkm): composição auxiliar de transporte.

Método de execução:

- Após a execução da escavação da vala, realizar o nivelamento com o caimento necessário;
- Realizar a colocação dos moldes de madeira e a linha de nylon como referência para o alinhamento;
- Em seguida, aplicar o concreto em toda a região demarcada;
- Por fim, realizar o acabamento sarrafeado.

### **2.2 Descida d'água tipo calha DN 500**

São dispositivos complementares responsáveis por conduzir as águas provenientes dos taludes de corte até a sarjeta de corte ou até as caixas coletoras localizadas em locais específicos de forma a evitar o acúmulo de água ao longo da via. Quando as águas forem provenientes de taludes de aterro, nos pontos mais baixos da via as águas captadas serão conduzidas através das descidas d'água até o terreno natural à beira da estrada.

### **2.3 Transposição de segmento de sarjeta**

Deverão ser utilizadas em entradas de propriedades e ou acessos para terrenos ou ruas, conforme orientação de implantação em projeto. Para a execução da travessia de sarjetas será

adotada a transposição tipo TSS 02, conforme álbum de projetos do DNIT, com tubos de concreto realizando-se a escavação de forma a comportar o dispositivo selecionado, com apiloamento da superfície de implantação e execução de um berço com concreto fck 15Mpa com espessura de 10cm e posterior assentamento com rejuntamento dos tubos com argamassa de cimento e areia traço 1:3. A complementação do envolvimento dos tubos será com o mesmo tipo de concreto do berço obedecendo à geometria prevista no projeto e com recobrimento mínimo sobre a geratriz de 15cm.

### **3 PAVIMENTAÇÃO**

#### **3.1 Diretrizes para execução de terraplanagem**

##### **3.1.1 Execução de aterro**

Os aterros serão construídos de acordo com a especificação DNIT 108/2009-ES. O material será obtido de cortes a serem executados para construção das bacias de infiltração. Os materiais serão compactados com grau mínimo de 100% do método DNIT 164/2013 ME, sendo as últimas três camadas, com espessura de 20 cm cada, compactadas com grau mínimo de 100% do método DNIT 164/2013 ME (energia intermediária).

Nos aterros com altura de até 0,30 m serão executados serviços de escavação do subleito e posterior enchimento com material selecionado de modo a se obter no mínimo três camadas com espessuras de 20 cm cada, e grau de compactação não inferior a 100% do método DNIT 164/2013 ME (energia intermediária).

As camadas serão compactadas a cada 20 cm de espessura, sendo necessária uma estrutura mínima de 60 cm de altura para a pista de rolamento e 40 cm de altura para a ciclovia.

##### **3.1.2 Execução de corte**

Os cortes deverão ser executados de acordo com a especificação DNIT 106/2009-ES. O material obtido será transportado para utilização em aterro e subleito do pavimento. Nos cortes cujo material apresentar CBR menor que 7% (energia normal), serão executados serviços de escavação do subleito e posterior enchimento com material selecionado, de modo a se obter no mínimo três camadas com espessuras de 20 cm cada e grau de compactação não inferior a 100% do método DNIT 164/2013 ME (energia intermediária).

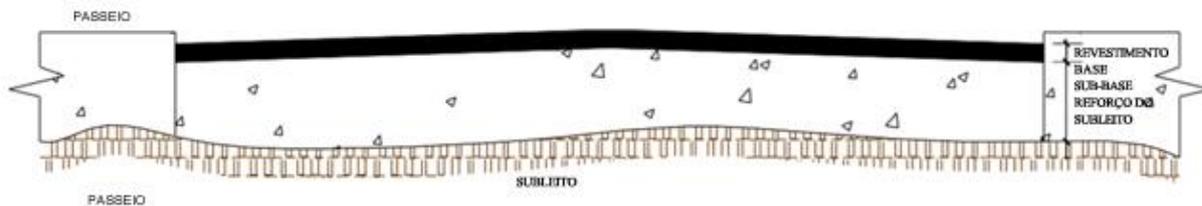
### 3.1.3 Quadro de volumes

VOLUME TOTAL – ESTRADA CASCAVEL							
Estaca	Área de Corte (m <sup>2</sup> )	Área de Aterro (m <sup>2</sup> )	Volume de Corte (m <sup>3</sup> )	Volume de Aterro (m <sup>3</sup> )	Volum. Corte Acum. (m <sup>3</sup> )	Volum. Aterro Acum. (m <sup>3</sup> )	Volume Líquido (m <sup>3</sup> )
0+0,00	0,38	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1+0,00	1,73	0,00	21,28	2,33	21,28	2,33	18,95
2+0,00	1,29	0,02	30,21	0,19	51,49	2,52	48,97
3+0,00	0,52	0,32	17,99	3,41	69,48	5,94	63,54
4+0,00	0,25	0,57	7,51	9,03	76,99	14,97	62,02
5+0,00	0,25	0,59	4,84	11,78	81,83	26,75	55,07
6+0,00	0,06	0,95	3,04	15,56	84,87	42,32	42,55
7+0,00	0,02	1,00	0,89	19,48	85,76	61,79	23,97
8+0,00	0,16	0,53	1,84	15,31	87,60	77,10	10,50
9+0,00	0,34	0,30	4,99	8,30	92,58	85,40	7,18
10+0,00	0,29	0,27	6,29	5,69	98,88	91,10	7,78
11+0,00	0,26	0,24	5,45	5,05	104,33	96,15	8,18
12+0,00	0,28	0,05	5,37	2,90	109,70	99,04	10,66
13+0,00	0,17	0,01	4,50	0,58	114,20	99,62	14,59
14+0,00	0,55	0,00	7,17	0,06	121,37	99,68	21,69
15+0,00	0,23	0,00	7,84	0,00	129,21	99,68	29,53
16+0,00	0,17	0,00	3,98	0,00	133,19	99,68	33,51
17+0,00	0,00	0,93	1,69	9,31	134,88	108,98	25,89
18+0,00	0,03	0,36	0,35	12,90	135,22	121,89	13,34
19+0,00	0,45	0,02	4,90	3,77	140,12	125,66	14,47
20+0,00	1,20	0,01	16,56	0,32	156,68	125,97	30,71
21+0,00	0,99	0,00	21,90	0,17	178,58	126,14	52,44
22+0,00	0,65	0,00	16,42	0,05	195,00	126,19	68,81
23+0,00	0,23	0,00	8,86	0,02	203,87	126,22	77,65
24+0,00	0,46	0,00	6,93	0,02	210,79	126,24	84,55
25+0,00	0,00	0,43	4,59	4,29	215,38	130,53	84,85
26+0,00	0,00	1,12	0,00	15,47	215,38	146,00	69,38
27+0,00	0,00	1,38	0,00	25,04	215,38	171,04	44,34
28+0,00	0,21	0,76	2,04	21,51	217,42	192,55	24,87
29+0,00	0,07	1,55	2,71	23,24	220,14	215,80	4,34

## 3.2 Dimensionamento da Base e do Revestimento

### 3.2.1.1 Considerações

Um pavimento é um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaço infinito, que é o sub-leito.



O problema geral do dimensionamento consiste em considerar um ponto P qualquer do sistema, no sub-leito ou no pavimento e determinar, para este ponto, quando o sistema é solicitado por uma carga de roda  $Q$ , o estado de tensão, a deformação e se vai ou não, haver ruptura.

O sistema será considerado satisfatório, do ponto de vista do dimensionamento, quando não houver ruptura em nenhum ponto ou a deformação máxima satisfizer os limites previamente fixados, sendo as espessuras das camadas, as necessárias e suficientes.

Existem várias teorias ou modelos para o estudo do sistema de camadas múltiplas de pavimento: “Boussinesq, Busmister, Hogg, Westergaard, Peattie e Jones, Jeuffroy e Bachelez”, (Murillo Lopes, 1980, p. 317 a 353), porém é fácil concluir da dificuldade de aplicação dos métodos teóricos ao dimensionamento de pavimentos flexíveis.

Por este motivo, o dimensionamento de pavimentos flexíveis é feito através de métodos empíricos; onde são utilizados ensaios empíricos, definidores das características de resistência dos materiais, certos parâmetros de tráfego e uma equação ou ábaco, estabelecidos experimentalmente e ligando estas grandezas.

Este projeto basear-se-á no Método de Dimensionamento de Pavimento Flexível do DNER/DNIT-1966/79.

### 3.2.1.2 Estudo do tráfego

Baseado na metodologia do DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS – MÉTODO DO DNER 1981, com base no CBR, onde a estrutura do pavimento é concebida para proteger o subleito quanto à ruptura por cisalhamento ou por acúmulo de deformação permanente.

Pelas características de tráfego, com projeção de vida de projeto de 10 anos e sendo o veículo padrão de 18.000 lbs por eixo simples, pode-se definir que o dimensionamento com o uso de N está enquadrado para o tráfego muito leve a pesado de acordo com a seguinte tabela.

<b>FUNÇÃO PREDOMINANTE</b>	<b>TRÁFEGO PREVISTO</b>	<b>VIDA DO PROJETO (ANOS)</b>	<b>Fluxo Ônibus e Caminhões (Dia)</b>	<b>N Característico</b>
Via Local Residencial S/ Passagem	Muito Leve	10	Até 3	$10^4$
Via Local Residencial C/ Passagem	Leve	10	Até 50	$10^5$
Via Local	Médio	10	50 a 400	$10^6$
Via Arterial	Pesado	10	400 a 2.000	$5 \times 10^6$

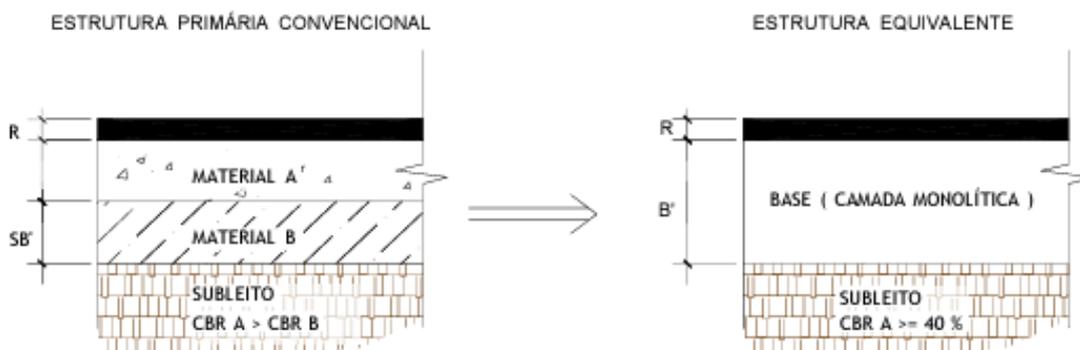
Como preconiza o Plano de Trabalho, a pavimentação asfáltica urbana será executada em zonas residenciais com predominância de tráfego de veículos de passeio, quando houver. Mesmo assim, para que se possa sistematizar um procedimento de dimensionamento de pavimento flexível e utilizar o Método do DNERDNIT/1966/79, considerar-se-á a incidência do menor número de solicitações do eixo padrão de 8,2 t, devido ao tráfego, número N, ou seja,  $N = 10^4$ .

### 3.2.1.3 Capacidade de suporte do sub-leito (cbr)

Devido ao Plano de Trabalho ser de caráter Municipal, com características geotécnicas desconhecidas; optou-se por adotar um valor mínimo de Índice de Suporte Califórnia – ISC/CBR do sub-leito, de tal forma a obter as espessuras mais delgadas de pavimento, buscando economicidade. O CBR mínimo do subleito adotado é de 8%.

### 3.2.1.4 Determinação do revestimento e da base

Sejam as duas estruturas de pavimento:



Em função dos parâmetros obtidos anteriormente obtém-se as espessuras totais necessárias à proteção do sub-leito, sub-base e base.

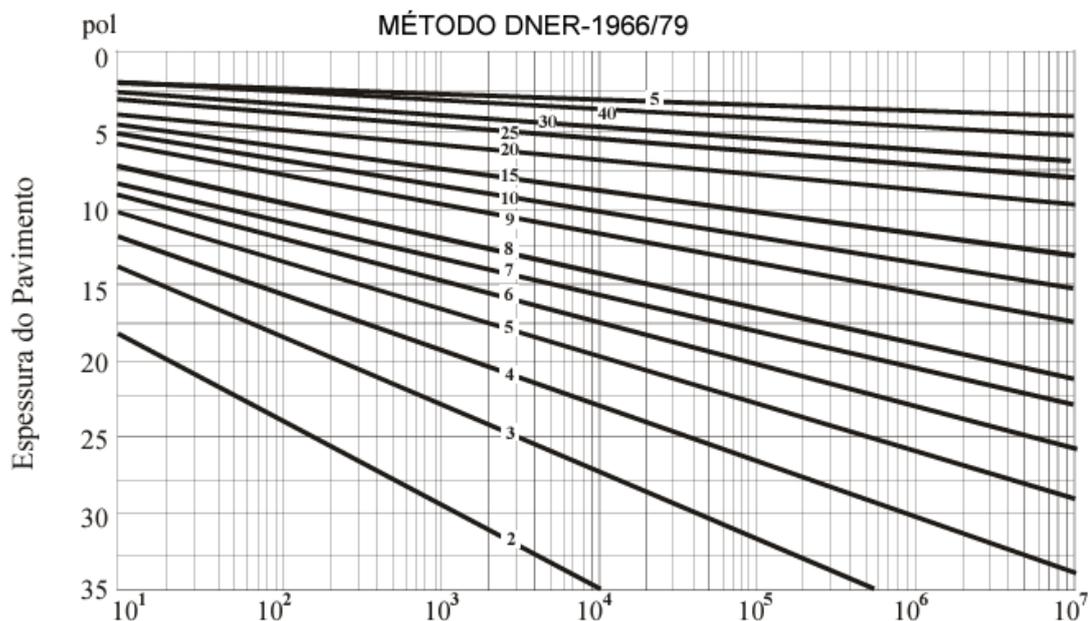
No gráfico para carga de roda de tráfego muito leve, leve, médio e pesado com o CBR de sub-leito e sub-base define-se respectivamente a espessura do pavimento e da base com a capa. Para tal dimensionamento leva-se em consideração o N para Revestimento mínimo (R<sub>mín</sub>), e o fator estrutural do componente do pavimento de acordo com as tabelas seguintes.

N	R <sub>mín</sub> (cm)	Tipo de revestimento
Até 10 <sup>6</sup>	2,5 - 3,0	Tratamento Superficial
10 <sup>6</sup> a 5 x 10 <sup>6</sup>	5	Revestimento Betuminoso
5 x 10 <sup>6</sup> a 10 <sup>7</sup>	5	Concreto betuminoso
10 <sup>7</sup> a 5 x 10 <sup>7</sup>	7,5	Concreto betuminoso
Mais de 5 x 10 <sup>7</sup>	10	Concreto betuminoso

Componentes dos pavimentos	Coefficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento por penetração	1,20
Base granular	1,00
Sub-base granular	0,77 (1,00)
Reforço do subleito	0,71 (1,00)
Solo-cimento (resistência à compressão em 7 dias > 45kgf/cm <sup>2</sup> )	1,70
Idem (resistência à compressão em 7 dias entre 45kgf/cm <sup>2</sup> e 35kgf/cm <sup>2</sup> )	1,40
Idem (resistência à compressão a 7 dias inferior 35kgf/cm <sup>2</sup> )	1,00

Uma vez definidos os parâmetros: número N e CBR do sub-leito pode-se dimensionar o pavimento com o auxílio do ábaco de dimensionamento e das inequações abaixo:

#### ÁBACO DE DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL



$$RKr + B'KB' \geq H20 \quad (1)$$

$$RKr + B'KB' + SB'KSB' \geq Hn \quad (2)$$

Onde,

R = espessura do revestimento;

B' = espessura de base;

SB' = espessura de sub-base;

Kr = coeficiente estrutural do revestimento;

**Nota:** Para revestimento do tipo tratamento  $kr = 1,20$

KB' = coeficiente estrutural do material de base (solo granular);

KSB' = coeficiente estrutural do material de sub-base (solo granular);

**Nota:** Para solo granular o  $KB' = KSB' = 1,00$

H20 = espessura necessária acima da sub-base, admitindo seu material com CBR = 20%;

Hn = espessura necessária acima do sub-leito com CBR = n, no caso do projeto  $n=8\%$ .

Portanto em (1) tem,

$$RKr + B'KB' = H20 \quad (1)$$

- Utilizando o ábaco de dimensionamento para  $N = 10^4$  e CBR = 20%, obtém

$$H20 = 7,50'' = 7,50 \times 2,54 = 19,05 \text{ cm} \sim 19,00 \text{ cm}$$

- Substituindo R, Kr, KB' e H20 em (1) tem,

$$3,0 \times 1,2 + B' \times 1,0 = 19,00 \text{ ----- } B' = 15,4 \text{ cm} \sim 20,0 \text{ cm}$$

Em (2) tem,  $RKr + B'KB' + SB'KSB' = Hn \quad (2)$

- Utilizando o ábaco de dimensionamento para  $N = 10^4$  e CBR = 8% (do Subleito), obtém H8

$$= 15,0'' = 15,0 \times 2,54 = 38,10 \text{ cm} \sim 38 \text{ cm}$$

- Substituindo R, Kr, B', KB', KSB' e H8 em (2) tem,

$$3,0 \times 1,2 + 16,0 \times 1,0 + SB' \times 1,0 = 38 \text{ ----- } SB' = 18,4 \text{ cm} \sim 20,0 \text{ cm}$$

**Revestimento:** Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) com camada de espessura 3,00 cm Faixa C (rolamento) (CAP 30/45).

**Base:** Mistura Solo-Bica (70% - 30%) com espessura de 20,00 cm executada em duas camadas compactadas com energia modificada com grau de compactação de 100%.

**Sub-Base:** Mistura Solo-Argila de comportamento laterítico com espessura de 20,00 cm. executada em uma camada compactada com energia intermediária com grau de compactação de 100%.

**Regularização e compactação do Subleito:** Material local compactado em uma camada de 25cm com energia intermediária e Grau de Compactação de 100%.

Portanto o pavimento ora dimensionado, terá as seguintes camadas:

- Revestimento = 3,0 cm (Executado em duas camadas);
- Base = 16,0 cm (Executado em duas camadas);
- Sub-Base = 20,0 cm (Executado em duas camadas)
- Regularização e compactação do subleito = 25,0 cm.

### 3.3 Regularização do subleito

A regularização do subleito é o serviço executado na camada superior de Terraplenagem destinado a conformar o leito estradal, transversal e longitudinalmente, de modo a torna-lo compatível com as exigências geométricas do projeto. Esse serviço consta essencialmente de cortes e/ ou aterros até 0,20m, de escarificação e compactação de modo a garantir uma densificação adequada e homogênea nos 0,20m superiores do subleito.

Não é permitida a execução dos serviços de regularização do subleito em dias de chuva.

Devem ser removidas, previamente, toda a vegetação e matéria orgânica porventura existente na área a ser regularizada.

Após a marcação topográfica da Regularização, proceder-se-á a escarificação, até 0,20m abaixo da cota de projeto, e ao espalhamento do material escarificado até a cota estabelecida para o material solto, de modo que após a “compactação” e o “acabamento” atinja a cota de projeto.

O material espalhado será homogeneizado com o uso combinado de grade de disco e motoniveladora. A homogeneização prosseguirá até visualmente não se distinguir heterogeneidades. Nessa fase será completada a remoção de raízes, materiais pétreos com diâmetro maior do que 50,8mm e outros materiais estranhos.

Para atingir-se a faixa de umidade na qual o material será compactado, serão utilizados carros tanques (para umedecimento), motoniveladora e grade de disco. A faixa de umidade de compactação (hc) terá como limites (hot – 1,5)% e (hot + 1,5)% onde a umidade ótima (hot) é a obtida numa curva de compactação com amostra não trabalhada colhida para cada segmento

aparentemente uniforme de material já homogeneizado a seco, com extensão máxima de 200m.

A compactação deve ser executada preferencialmente com o rolo pé de carneiro vibratório (com controle de frequência de vibração).

### **3.4 Execução de base em solo-brita**

#### **3.4.1 Solo**

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

a) os materiais finos dos solos, isto é, com diâmetro inferior a 0,42 mm devem satisfazer as seguintes condições: - ter limite de liquidez determinado conforme NBR 6459(1); inferior a 25%; - ter índice de plasticidade inferior a 6%.

b) são tolerados LL e IP maiores do que os acima especificados, desde que sejam satisfeitas uma das seguintes condições abaixo: Condição A - sejam satisfeitas as seguintes inequações:

$$\frac{X}{100} \cdot IP \leq \frac{100}{\gamma_s} - \left( X \cdot \frac{LP}{100} + \frac{100}{\gamma_g} \right)$$
$$\frac{X}{100} \cdot LL \leq \frac{100}{\gamma_s} - \frac{100}{\gamma_g};$$

Onde:

X – porcentagem em peso de material que passa na peneira de abertura 0,42 mm (N.º 40);

LL – limite de liquidez;

LP – limite de plasticidade;

IP – índice de plasticidade;

$\gamma_s$  – massa específica aparente seca máxima após a compactação na energia intermediária;

$\gamma_g$  – massa específica real das partículas sólidas.

Condição B

O equivalente de areia determinado conforme NBR 12052(2) deve ser superior a 30%.

#### **3.4.2 Agregado**

A brita deve ser obtida de agregado pétreo britado, classificada de acordo com NBR 7225(3), pode ser constituída de pedra 1, pedra 2, pedrisco e pó de pedra ou composição destas. Deve possuir as seguintes características:

a) os agregados utilizados obtidos a partir da britagem e classificação de rocha são devem ser constituídos por fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas

lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, assim como de outras substâncias ou contaminações prejudiciais;

- b) a granulometria da brita deve ser tal que passe 100% na peneira de 19,0 mm;
- c) o desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51(4), deve ser inferior a 50%;
- d) a perda no ensaio de durabilidade, conforme DNER ME 089(5), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20% e com sulfato de magnésio inferior a 30%;
- e) índice de forma superior a 0,5 e porcentagem de partículas lamelares inferior a 10%, conforme NBR 6954;

### **2.3.3 Mistura Solo-Brita**

A mistura solo-brita deve satisfazer as seguintes exigências:

- a) a porcentagem de brita, em peso da mistura, não pode ser inferior a 50%;
- c)  $CBR \geq 80\%$  e expansão  $\leq 0,5\%$  na energia modificada, conforme com NBR 9895(7), para base do pavimento;
- d)  $CBR \geq 30\%$  e expansão  $\leq 1,0\%$  na energia intermediária, conforme com NBR 9895(7), para sub-base do pavimento;
- e) a curva de projeto da mistura solo-brita deve apresentar granulometria contínua e se enquadrar em uma das faixas granulométricas especificadas na Tabela 1;
- f) a faixa de trabalho, definida a partir da curva granulométrica de projeto, deve obedecer à tolerância indicada para cada peneira na Tabela 1, porém, sempre respeitando os limites da faixa granulométrica adotada;
- g) a porcentagem do material que passa na peneira no 200 não deve ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira no 40;
- h) o material da mistura que passar na peneira nº 40 (0,42 mm) deve atender a uma das condições especificadas no item 3.1;
- i) para tráfego com N, número de solicitações do eixo padrão simples, de 8,2 toneladas igual ou superior a 107, não devem ser utilizadas misturas com granulometrias correspondentes às faixas IV e V.

**Tabela 1 – Faixas Granulométricas**
**Tabela 1 – Faixas Granulométricas**

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

### 3.5 Imprimação da Base

Será aplicada uma camada de primer afim de aumentar a coesão superficial da base pela penetração (absorção) do material asfáltico, impermeabilizar a base e promover aderência entre a base e o revestimento.

#### 3.5.1 *Materiais para Imprimadura ligante:*

- Cimento asfáltico de petróleo do tipo CAP-7, satisfazendo à Especificação EB 78/86;
- Asfaltos diluídos de cura rápida dos tipos CR-250 e CR-800, satisfazendo à Especificação EB 652/73;
- Emulsões asfálticas catiônicas dos tipos RR-1C e RR-2C, satisfazendo à Especificação EB472/84.
- O controle de execução deverá obedecer às especificações de serviço do DNER-ES 307/97.

#### 3.5.2 *Equipamentos*

- Recipientes para armazenamento de material betuminoso; · Vassouras mecânicas rotativas e outros;
- Equipamentos para limpeza;
- Distribuidores de material betuminoso;
- Pequenas ferramentas, utensílios e outros.

### **3.5.3 Processo Executivo**

A superfície sobre a qual vai ser executada a imprimadura será varrida, de modo a remover materiais estranhos tais como solos, poeiras e materiais orgânicos. A aplicação do material será feita sob condições atmosféricas favoráveis. Antes de se iniciar a distribuição do material betuminoso, serão medidas e comparadas entre si às vazões dos bicos de barra de distribuição, de forma que apresentem uniformidade de aspersão. A distribuição do material betuminoso não poderá ser iniciada enquanto não for atingida e mantida no material existente dentro do veículo distribuidor a temperatura necessária à obtenção de viscosidade adequada à distribuição. O veículo distribuidor deverá percorrer a extensão a ser imprimada em velocidade uniforme, segundo trajetória equidistante do eixo da pista. A distribuição será feita com a mangueira de operação manual sempre que a superfície a ser imprimada não permitir a utilização de barra de distribuição. Nas fendas, a aplicação será executada com o regador tipo bico de pato. Os serviços executados serão protegidos contra a ação destruidora das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los.

### **3.5.4 Controle**

- Controle da qualidade dos materiais betuminosos;
- Controle de quantidade de material aplicado.

### **3.5.5 Recebimento**

Os serviços serão aceitos se:

- Não existirem falhas nem diferenças de densidades de aplicação, relativamente à densidade especificada no projeto, maiores que 0,1 L/m<sup>2</sup>;
- Não forem encontradas semi-larguras menores que as estabelecidas no projeto.

## **3.6 Execução de revestimento em concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ):**

O concreto betuminoso consistirá de uma camada de CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado A Quente) devidamente dosada, misturada e homogeneizada em usina, espalhada e comprimida a quente.

Sobre a base imprimada, a mistura será espalhada, de modo a apresentar, quando comprimida, a espessura definida no dimensionamento de **3,0cm para área à ser pavimentada.**

### 3.6.1 *Materiais*

O agregado graúdo será constituído de pedra britada, de acordo com as especificações do projeto. O agregado fino consistirá nas partículas que passam na peneira n° 4 podendo ser constituída de areia, isento de torrões de argila e matéria orgânica. O material de enchimento ou “filler” deverá constituir-se de partículas finas e inertes em relação aos demais componentes, não plástico, como pó calcáreo, cal hidratada, cimento Portland e outros aprovados pela Fiscalização. A granulometria obedecerá à faixa recomendada na especificação. Os agregados deverão ainda apresentar características físicas e mecânicas, conforme especificado em projeto:

- Abrasão Los Angeles determinada pelo Método DNER-DPT-M35-64; · Resistência à desintegração pelo Método DNER-DPT-M89-64; · Equivalente de areia do agregado fino pelo Método DNER-DPT-M54-63; · Adesividade pelo Método DNER-DPT-M98-63 E M99-63;
- Composição granulométrica pelo Método DNER-M15-61;

O material betuminoso será do tipo CAP-20 ou CAP-55 deverá satisfazer às exigências contidas na Especificação EB 78/86. Conforme a camada, intermediária ou de rolamento, a composição granulométrica obedecerá ao especificado. A mistura betuminosa será dosada pelo método Marshall e deverá satisfazer aos requisitos da especificação de materiais. Não serão admitidas na execução do projeto, fixadas a granulometria e o teor de betume, variações superiores a:

PENEIRA	% MÍNIMA PASSANDO
19,00 e 12,50	± 7%
9,50 e 4,80	± 5%
2,00 e 0,42	± 4%
0,18	± 3%
0,074	± 2%

Teor de asfalto ± 0,3%

### 3.6.2 *Equipamento*

Os equipamentos mínimos para exceção dos serviços serão os seguintes:

- Veículos para transporte de agregados;
- Depósito para material betuminoso;

- Veículos para transporte de mistura betuminosa dotado de caçamba metálica basculante e de lonas impermeáveis;
- Acabadora automotriz, para espalhar e conformar as misturas ao alinhamento, cotas e seção transversal do projeto;
- Equipamento para a compactação, autopropulsor irreversível, constituído por rolo pneumático e rolo metálico tipo tandem de 2 eixos, de 6 a 8 t;
- Régua de madeira ou metálica com arestas vivas e comprimento de aproximadamente 4m;
- Gabarito de madeira ou metálico, com a forma de seção transversal de projeto;
- Soquetes manuais;
- Outras ferramentas aprovadas pela Fiscalização.

### **3.6.3 Procedimento Executivo**

Sobre a base em bica-corrida, depois de executada a varredura e imprimadura ligante, a mistura será distribuída com acabadora autopropulsionada, com mecanismo adequado para conformá-la aos alinhamentos, perfis e seções transversais de projeto. A temperatura de aplicação da mistura no momento de aplicação não deverá ser inferior a: ▪ no caso de cimento asfáltico, 125 °C;

O equipamento deverá deslocar-se a uma velocidade que permita a distribuição da mistura de forma contínua e uniforme. No caso de duas camadas, a segunda será executada antes que a primeira receba tráfego, evitando o emprego de nova imprimadura.

Os trabalhos manuais atrás da acabadora serão reduzidos ao máximo. Logo após a distribuição da mistura na pista, será iniciada a sua compactação.

A rolagem será iniciada com rolo de pneus com baixa pressão e aumentada à medida que a mistura for sendo compactada, suportando, portanto, maiores pressões.

O acabamento final será feito com rolos tipo tandem. As rodas dos rolos deverão ser molhadas para evitar a sua adesão ao ligante.

A compactação só terminará após atingir o grau fixado no projeto. Sempre que for necessário fazer correções, estas serão executadas mediante remoção da parte defeituosa em toda a espessura da camada, em área retangular ou quadrada, e substituição por mistura fresca, à temperatura adequada para aplicação, compactando-a até obter a mesma densidade do material adjacente.

Durante todo o tempo necessário à execução das camadas previstas no projeto e até o

seu recebimento, a obra deverá ser protegida contra a ação destrutiva das águas pluviais, trânsito e outros agentes que possam danificá-la.

### **3.7 Controle**

#### **3.7.1 Controle Tecnológico**

Será feito mediante ensaios pelos métodos indicados e nas seguintes quantidades:

- Durabilidade e abrasão “Los Angeles”, sempre que houver mudança de jazida;
- Adesividade, sempre que houver mudança de jazida ou de material betuminoso;
- Quantidade do material betuminoso em cada entrega de material; · Verificação da granulometria dos agregados, dois ensaios por agregado; · Equivalente de areia do agregado miúdo, um ensaio por dia; · Verificação da secagem dos agregados, medindo-se a sua umidade após o secador: dois por dia;
- Verificação da temperatura da mistura de agregados nos silos quentes; · Verificação do recobrimento de todos os agregados e “filler”; · Verificação da qualidade da mistura através de dois ensaios Marshall, com no mínimo 3 corpos de prova cada e determinação de porcentagem de ligante (M-144-61) por extração de betume dos corpos de prova ensaiados;
- Verificação da granulometria da mistura dos agregados com os materiais resultantes dos corpos de prova referidos no item anterior. O controle durante o transporte da mistura betuminosa consistirá na medida de sua temperatura nos momentos do carregamento e descarga no local de aplicação.
- O controle de execução de cada camada consistirá de:
- Controle do número de passadas do rolo compactador;
- Determinação do grau de compactação da camada: um ensaio por dia para cada extensão de 100m de pista;
- Determinação do teor de ligante: dois ensaios em amostra colhida na pista logo após o espalhamento de mistura, para cada dia.

### **3.8 Controle Geométrico**

- Verificação dos piquetes de amarração de locação e nivelamento, antes do início dos serviços em cada subtrecho;
- Verificação de conformação e da espessura da camada, à medida que for sendo executada.

### **3.9 Recebimento**

Qualquer camada deverá ter a forma definida pelos alinhamentos, perfis, dimensões e seção transversal típica, definidos no projeto. A tolerância para efeito de aceitação ou rejeição de camada executada será de 5 mm, para mais ou menos, das cotas verticais estabelecidas no projeto. A espessura da camada será a do projeto, com tolerância de mais ou menos 10% para pontos isolados e até 5% de redução em 10 medidas sucessivas.

## **4 SINALIZAÇÃO**

### **4.1 Sinalização horizontal**

Compostas por marcas, símbolos e legendas apostos sobre o pavimento, as sinalizações horizontais tem por finalidade fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados, de modo a aumentar a segurança e a fluidez do trânsito, ordenar o fluxo de tráfego, canalizando e orientando os usuários das vias, como determina o manual brasileiro de sinalização horizontal.

#### ***4.1.1 Linha de bordo (LBO) Cor branca***

Tem a função de delimitar, através de linha contínua, a parte da pista destinada ao deslocamento dos veículos, estabelecendo seus limites laterais. Esta marca longitudinal deverá ser implantada na cor branca com espessura de 0,10cm em todo o percurso das vias a serem sinalizadas, de acordo a indicação do projeto.

#### ***4.1.2 Linha simples contínua (LFO-1) Cor amarela***

Conforme implantado em projeto a marcação LFO-1 terá a função de dividir fluxos opostos de circulação, delimitando o espaço disponível para cada sentido e regulamentando os trechos em que a ultrapassagem é proibida para os dois sentidos, exceto para acesso a imóvel lindeiro. Esta deverá ser implantada na cor amarela com espessura de 0,10 cm e comprimento variável, de acordo com projeto.

### **4.2 Sinalização vertical**

A sinalização consistirá na implantação de placas de regulamentação, advertência e indicativas, fixas em suporte metálico, ficando implantadas conforme indicações de projeto, garantindo sempre uma altura livre da placa ao solo de 2,00m e em trecho de chumbamento da coluna, no solo de no mínimo 0,70m. A coluna de chumbamento deverá se estender até o topo

da sinalização, menos 60mm. As placas deverão colocadas nos locais indicados nos projetos, abrangendo a colocação de colunas, placas e respectivos elementos de fixação e com o devido acabamento na pavimentação do passeio ou canteiro, se houver.

#### **4.2.1 Chapas**

Serão utilizadas placas modelos “Retrofletorizadas” com fundo, legendas, orlas, tarjas e pictogramas em película adesiva com refletividade, conforme especificado nos projetos respectivos, atendendo a NBR 14644/2007.

##### *4.2.1.1 Especificação e preparo da chapa*

As placas implantadas em suportes ao lado da via devem ser confeccionadas em corrosão atmosférica, conforme norma NBR 5920, na espessura de 1,52mm (MSG 16). Para que se obtenha a performance prevista para o sistema de pintura, é necessário que a superfície preencha certos requisitos básicos, como: ausência de poeira, óleos, graxas, umidade, óxido e carepa de laminação.

a) Remoção de Graxas – As graxas devem ser removidas com aplicação de detergentes do tipo enzimático, aplicado a pistola. O produto deve atuar durante 15 a 30 minutos, e após este período lava-se com solução de ácido fosfórico (6 a 8 %) a 38°C, ou água sob a forma de jato forte ou com auxílio de escovas;

b) Corte e furação – As chapas serão cortadas com guilhotina ou tesoura elétrica; para os cantos, serão usadas em ferramenta ou prensa especiais que permitem cortes uniformes de raios constantes e na furação, perfuratrizes ou matrizes com prensa;

c) Pintura de proteção – As placas deverão receber pintura fundo de proteção tipo “wash-primer”, em ambas as faces, de modo a garantir a perfeita aderência da pintura ou película de acabamento;

Após cortadas nas dimensões finais e furadas, as chapas de aço devem ter as suas bordas lixadas antes do processo de tratamento composto de desengraxamento, decapagem e Alfenas, fosfatização, com espessura de camada igual a 5 micra. As chapas devem ser opacas e conter pigmentos agregados à resina. As chapas devem ser fornecidas na cor preta.

##### *4.2.1.2 Pintura ou acabamento da superfície*

A superfície deverá receber acabamento com película auto-adesiva refletiva, após o processo de tratamento e preparação, especificados no item anterior, nas cores, desenhos e

refletâncias conforme projeto, devendo o fundo ser executado com película retrorrefletiva Tipo I-A, e orlas e tarjas com película retrorrefletiva Tipo I-B, para placas de regulamentação e Tipo IV para as placas de advertência, de acordo com diagramação e cores estabelecidos pelo CONTRAN. O verso das placas deverá ser pintado na cor preta.

Todas as placas devem, na face principal ser executado com película refletiva tipo I, utilizando-se as cores indicadas em projeto. Os símbolos, dizeres e tarjas devem ser feitos com película refletiva tipo II, exceto na cor preta.

#### *4.2.1.3 Confeção das placas*

As placas deverão seguir configurações conforme projeto. Os fundos deverão ser confeccionados com película refletiva auto-adesiva, conforme especificado no item anterior. Os letreiros de cor preta deverão ser compostos com letras pré-formadas, de altura 125mm, com película auto-adesiva opaca tipo IV(NBR 14644/2007), bem como, os demais símbolos e pictogramas em preto. Tarjas e orlas, bem como, os demais letreiros que deverão ser compostos por letras pré-formadas de altura 125mm, serão confeccionados em película refletiva auto-adesiva, com desenho, cor e refletância, conforme projeto. Todas as placas de sinalização deverão ser fornecidas fixadas e implantadas com elementos de fixação conforme item 4.

#### *4.2.2 Elementos de fixação*

“As placas de sinalização serão fixadas em colunas metálicas através de parafusos zincados bitola 3/8”, recebendo, ainda quadrado de reforço a 100mm da borda da placa, em cantoneira laminada de aço bitola 11/2”x3/16” e calços respectivos nos pontos de aparafusamento nas colunas metálicas.

O chumbamento das colunas metálicas deverá se dar através de blocos de concreto ( $f_{ck}=11\text{Mpa}$ ) de  $\varnothing 0,30\text{m}$ , a uma distância livre de 1,50m do bordo do acostamento.

As colunas metálicas serão engastadas no mínimo 0,70m, abaixo do nível do solo, permitindo que após a fixação das placas, ainda reste no mínimo 1,20m de espaço livre entre o nível do solo e a borda inferior da placa.

#### *4.2.3 Posicionamento das placas*

As placas devem ser colocadas no lado direito da via, formando um ângulo de  $90^\circ$  a  $95^\circ$  em relação ao eixo longitudinal da via. Em vias de pistas duplas, separadas por canteiros divisores, os sinais podem também ser repetidos no lado esquerdo da via.

#### **4.2.4 Suportes**

Os suportes metálicos devem ser confeccionados em tubo de aço carbono, grau C, de seção circular, com costura, sem emendas e com emendas e com pontas lisas.

Os tubos devem ser submetidos a uma galvanização a fogo em suas superfícies interna e externa, com deposição mínima de zinco igual a 350 g/m<sup>2</sup>.

A parte superior do tubo deve ser vedada com um tampão de PVC, com espessura mínima de 3mm, devendo conter nervuras para impedir deformações e evitar o acúmulo de água. Os dispositivos de fixação (longarinas e abraçadeiras) devem ser confeccionados em aço carbono SAE 1010/1020, galvanizados à quente, não podendo apresentar fissuras, rebarbas ou bordas cortantes, e devem estar perfeitamente limpos.

Para placa com área menor ou igual 1m<sup>2</sup> deve ser utilizado suporte simples com Ø2 ½”.

Santa Rita de Caldas, 05 de abril de 2024.

---

ENG. CIVIL EVERTON DOS SANTOS

CREA 82287/D