

## Memorial Descritivo

**CT: 885142/2019**

**Objeto: Pavimentação Asfáltica em TSD – Ruas Diversas  
Jardim Ingá**

### CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este memorial tem como objetivo complementar e/ou esclarecer as informações contidas nos projetos, relatórios de terraplanagem e nas planilhas quantitativas. No caso de dúvidas relacionadas aos projetos ou às especificações técnicas, deverá ser exigido do autor do projeto, e/ou fiscalização a especificação da obra com detalhes para a correta execução dos serviços.

As obras em questão consistem na Pavimentação Asfáltica das Ruas 162, 158, 204, 156, 211, 310, 312, 112 e 120, localizadas nos bairros Parque Estrela D'Alva IX e X, no Jardim Ingá, Município de Luziânia-GO, conforme ilustrado nos mapas abaixo:



Figura 1: Ruas a pavimentar – trecho 1

Fonte: Google Earth

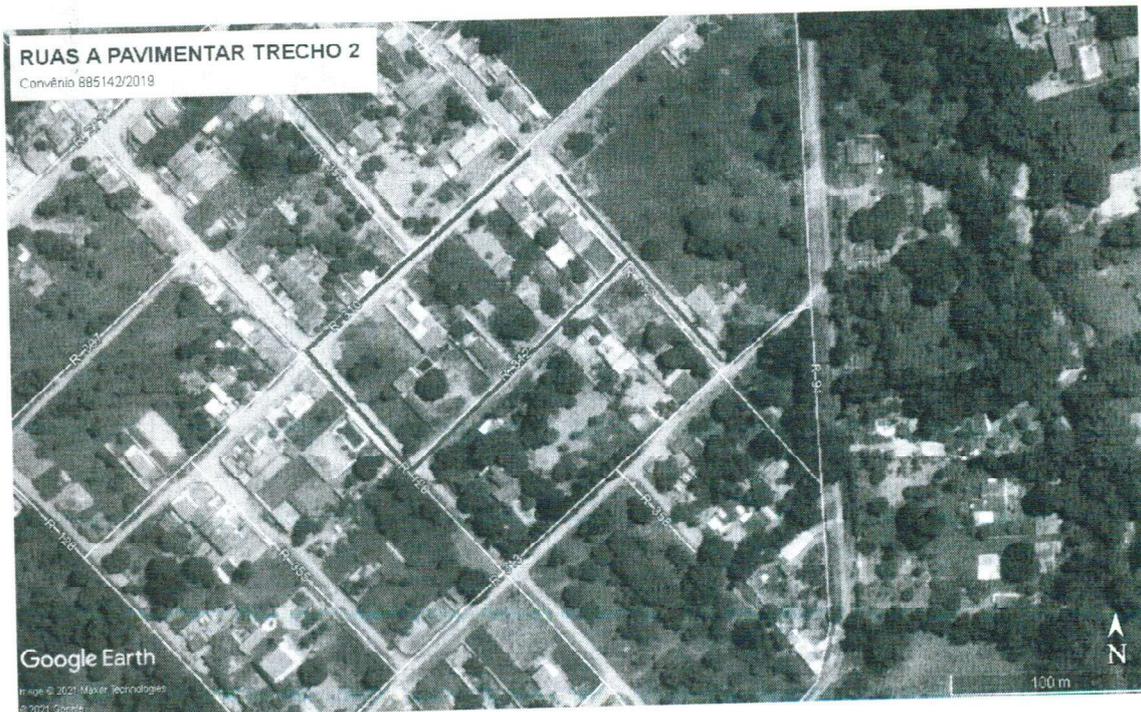


Figura 2: Ruas a pavimentar – trecho 2

Fonte: Google Earth

Os serviços que contemplam esta obra são assim discriminados: terraplenagem, regularização do subleito, compactação da sub-base (reforço) que acabada (compactada) deverá ter 18cm, compactação da base que acabada (compactada) deverá ter 12,5 cm, as camadas deverão ser compactadas no máximo de 20 em 20 cm, TSD Tratamento Superficial Duplo com 3,0 cm, sendo capa selante com pó de brita, drenagem superficial com utilização de meio-fio com sarjeta conjugado e sem sarjeta, além da sinalização horizontal e vertical.

## 1 – DISPOSIÇÕES GERAIS

1.1 A empresa CONTRATADA deverá obedecer às normas estabelecidas pelo Conselho Federal e Regional de Engenharia e Arquitetura pertinentes à execução da Placa de Obra e também seguir o padrão solicitado pela Prefeitura Municipal de Luziânia, nas dimensões de 2,00 x 1,125 m, com o objetivo de fornecer as informações referentes à obra.

1.2 A placa indicativa da obra deverá ser executada respeitando rigorosamente às referências cromáticas, as dimensões, o tipo de letra e o logotipo do modelo apresentado pela CONTRATANTE.

1.3 A CONTRATADA deverá recolher a Anotação de Responsabilidade Técnica – A.R.T., devidamente registrada, de todos os profissionais de nível superior envolvidos na execução da obra.

1.4 Deverá ser mantido na obra, um Diário de Obra atualizado, onde serão anotadas todas as decisões tomadas pela FISCALIZAÇÃO, bem como os acidentes de trabalho, dias de chuva e demais ocorrências relativas à obra.

1.5 Será obrigatório o uso de Equipamento de Proteção Individual – EPI's por todos os funcionários envolvidos diretamente com a obra.

1.6 Todos os materiais e suas aplicações deverão obedecer ao prescrito nas Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, aplicáveis e específicas para cada caso. Em caso de dúvida, a CONTRATADA deverá consultar a FISCALIZAÇÃO e/ou o Autor do Projeto, para que sejam sanadas antes da execução do serviço.

1.7 Na existência de serviços não discriminados a CONTRATADA somente poderá executá-los após a aprovação da FISCALIZAÇÃO. A omissão de qualquer procedimento ou norma constante deste Memorial ou em outros documentos contratuais, não exime a CONTRATADA da obrigatoriedade da utilização das melhores técnicas preconizadas para os serviços, respeitando os objetivos básicos de funcionalidade e adequação dos resultados, bem como todas as Normas da ABNT vigentes e as recomendações dos fabricantes.

1.8 O local da implantação da obra não poderá interferir com as movimentações horizontais e verticais dos materiais, equipamentos e pessoal, ao mesmo tempo deve assegurar o controle da obra e facilidade de acesso de funcionários e visitantes.

1.9 Todas as áreas do canteiro de obras deverão ser sinalizadas, através de placas, quanto à movimentação e veículos, indicações de perigo, instalações e prevenção de acidentes.

1.10 Instalações provisórias de água, esgoto e energia elétrica e de responsabilidade da CONTRATADA.

1.11 A CONTRATADA deverá proceder periodicamente à limpeza do canteiro de obras removendo os entulhos e as sujeiras resultantes, tanto do interior do mesmo como nas adjacências, provocados pela execução dos serviços.

1.12 A CONTRATADA deverá locar 2 (dois) Containers 2,30 x 6,00 m com 1

sanitário, para escritório completo, sem divisórias, instalado próximo à área que será edificado a sede administrativa da praça, durante o prazo de execução da obra.

1.13 A CONTRATADA irá planejar, assessorar e controlar os serviços, visando o cumprimento dos prazos do cronograma apresentado.

1.14 A CONTRATADA deverá emitir – por conta própria – um Laudo Técnico de Controle Tecnológico, juntamente com os resultados dos ensaios de controle tecnológico realizados em cada etapa da pavimentação (sub-base- base e TSD), conforme exigências normativas do DNIT (conforme Manual do Ação 1D73 do Programa 2054, sendo condicionante ao pagamento das obras de pavimentação.

## **2 – TERRAPLENAGEM**

2.1 – Os serviços preliminares de desmatamento e limpeza das vias que serão pavimentadas compreenderão toda a extensão do trecho a pavimentar 1.712,07 m x Largura da Plataforma da Via de 7,00 m com acréscimo de 0,50 m para cada lado, uma vez que definidas e delimitadas pela implantação topográfica, deverão promover a retirada da camada vegetal, de vegetações que estejam obstruindo os trabalhos, entulhos e lixos;

2.2 – Conforme relatório de volumes de terraplanagem a empresa CONTRATADA deverá realizar toda a escavação/corte nos trechos da via a ser pavimentada, utilizando trator de esteiras, de modo a promover o rebaixamento até o greide de projeto. Totalizando 6.753,64 m<sup>3</sup>.

2.3 – A empresa CONTRATADA deverá transportar o volume proveniente do desmatamento/limpeza e da escavação/corte, considerando um empolamento de 25% para local regularizado indicado pela Prefeitura, conforme croqui de bota-fora considerando DMT de 4,8 Km em alguns trechos e 7,1 Km em outros.

2.4 - Conforme relatório de volumes de terraplanagem a empresa CONTRATADA deverá executar e compactar o aterro no total de 375,17m<sup>3</sup> nos trechos indicados.

2.5 – Regularização do subleito é a denominação tradicional para as operações (cortes e aterros até 20 cm) necessárias à obtenção de um leito “conformado” para receber um pavimento. Cortes e aterros acima de 20 cm são considerados serviços de terraplenagem;

2.5.1 – Pode acontecer, numa regularização do subleito, caso o solo seja orgânico, ou expansivo, ou de baixa capacidade de suporte, ou seja, solo de má qualidade, a necessidade de substituição da camada de solo. Sendo necessária, o solo substituto deverá ser analisado, não se admitindo  $ISC < 8,0\%$  e expansão superior a 2%;

2.5.2 – A execução da regularização do subleito envolve basicamente as seguintes operações: escarificação e espalhamento dos materiais, homogeneização dos materiais secos, umedecimento ou aeração e homogeneização da umidade, compactação e acabamento;

2.5.3 – Ao executar a regularização e compactação do subleito ter o cuidado de não atingir as tubulações de água, esgoto, telefone e fossas, bem como os tipos de moradias para não causar danos às mesmas;

2.5.4 – A área regularizada e compactada compreendendo a largura da via de 7,00 m acrescida de 0,91 m (largura adotada pelo tipo de tráfego) pelo comprimento da mesma, observando as declividades longitudinal e transversal de cada via;

## **3 – PAVIMENTAÇÃO**

### **3.1 – Dimensionamento**

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.

<i>FUNÇÃO PREDOMINANTE</i>	<i>TRÁFEGO PREVISTO</i>	<i>VIDA DO PROJETO (ANOS)</i>	<i>Fluxo Ônibus e Caminhões (dia)</i>	<i>N característico</i>
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	$5 \times 10^6$

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 ( $R_{min}$ ), e o fator estrutural do componente do pavimento de acordo com as tabelas seguintes.

<b>N</b>	<b><math>R_{min}</math> (cm)</b>	<b>Tipo de revestimento</b>
Até $10^6$	2,5 - 3,0	Tratamento Superficial
$10^6$ a $5 \times 10^6$	5	Revestimento Betuminoso
$5 \times 10^6$ a $10^7$	5	Concreto betuminoso
$10^7$ a $5 \times 10^7$	7,5	Concreto betuminoso
Mais de $5 \times 10^7$	10	Concreto betuminoso

<b>Componentes dos pavimentos</b>	<b>Coefficiente K</b>
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 > $45\text{kgf/cm}^2$ )	1,70
Idem (resistência à compressão em 7 dias entre $45\text{kgf/cm}^2$ e $35\text{kgf/cm}^2$ )	1,40
Idem (resistência à compressão a 7 dias inferior $35\text{kgf/cm}^2$ )	1,00

Para o ISC de projeto, foi adotado CBR de sub-leito igual a 10%.

As espessuras específicas de cada camada são obtidas pela resolução das equações:

$$H_{20} = B + R$$

$$h_{20} = H_{10} - H_{20}$$

Onde:

B = Espessura da base

R = Espessura do revestimento

H<sub>20</sub> = Espessura da sub-base

H<sub>10</sub> = Espessura do pavimento

Dos gráficos retira-se os seguintes dados:

**Tráfego Leve (N=10<sup>5</sup>)**

$$H_{10} = 3,5 \text{ cm}$$

$$H_{20} = 21 \text{ cm}$$

$$h_{20} = 33,5 - 21 = 12,5 \text{ cm}$$

***Espessura do Pavimento***

***Revestimento TSD de 2,50 cm; aplicando K = 1,20, o revestimento em TSD de 2,5 cm equivale a 3,0 cm de base granular.***

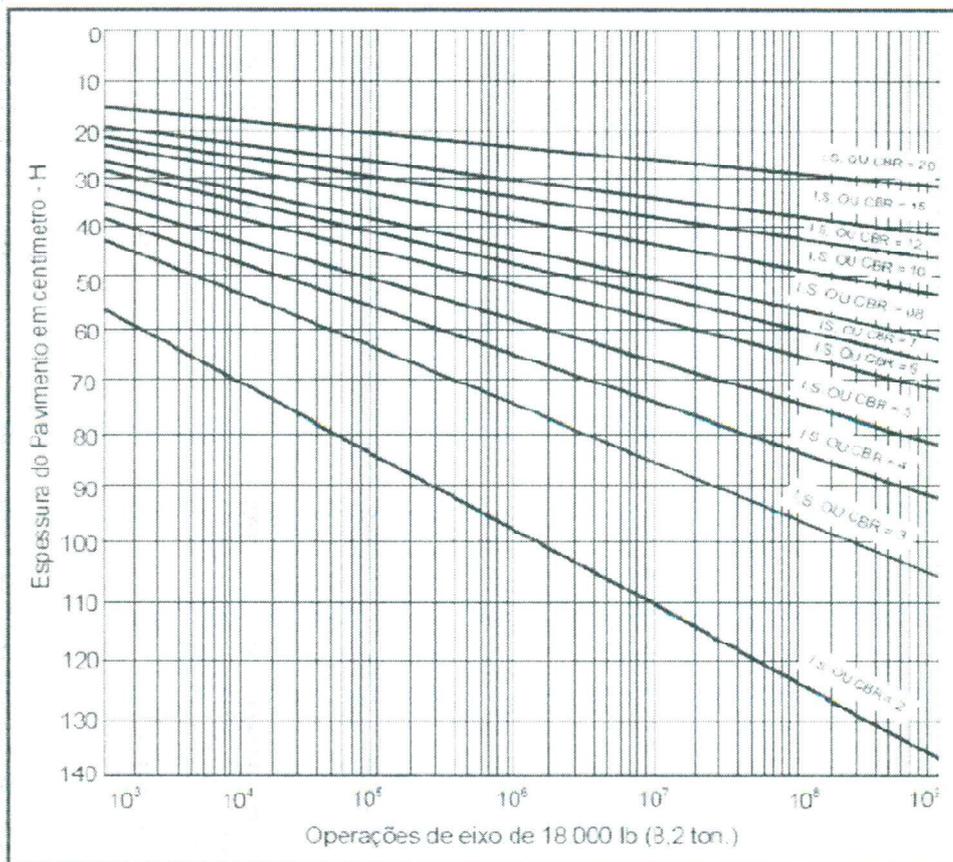
**Tráfego Leve (N=10<sup>5</sup>)**

$$H_{20} = B + R$$

$$21 = B + 3$$

$$B = 18 \text{ cm}$$

QUADRO RESUMO (Tráfego Leve)			CBR
CAMADA	MATERIAL	ESPESSURA (cm)	PORCENTAGEM
REVESTIMENTO	T.S.D.	3	
BASE	Cascalho	18	>= 60%
SUB-BASE	Estabilizado Granulometricamente	12,5	>= 20%
SUBLEITO			10%



Ábaco: número de repetições e C.B.R.

### 3.2 - Base e Sub-Base Estabilizada Granulometricamente

3.2.1 – O pavimento será executado basicamente com duas camadas, totalizando 30,5 cm após compactado (base e sub-base), composta de material granular devidamente analisado, não se admitindo material com ISC < 40% e expansão  $\leq 0,5\%$ ;

3.2.2 – A execução da estabilização da base envolve basicamente as seguintes operações: espalhamento dos materiais, homogeneização dos materiais secos, umedecimento ou aeração e homogeneização da umidade, compactação e acabamento;

3.2.3 – Ao executar a estabilização granulométrica da base ter o cuidado de não atingir as tubulações de água, esgoto, telefone e fossas, bem como os tipos de moradias para não causar danos às mesmas;

3.2.4 A área a ser regularizada e compactada compreende a largura da via de 7,00 m acrescida de 0,55 m pelo comprimento da mesma, observando as declividades longitudinal e transversal de cada via;

3.2.5 – A espessura da camada de base e sub-base compactadas não deve ser inferior a 30,5 cm, sendo 18 cm de base e 12,5 cm de sub base, verificando eixo e bordos;

### **3.3 - Extração do material a ser utilizado na execução da base e sub-base**

3.3.1 - A escavação e carga do material em áreas de jazida é ordem de 3.865,32 m<sup>3</sup> conforme o item 1.4.2 do memorial de cálculo, que serão empregados na execução da base e sub-base.

3.3.2 - A limpeza superficial da camada vegetal em jazida é realizada por meio de laminagem com trator de esteiras. A operação se processa até o enchimento da lâmina, sendo então o material transportado até fora dos limites da área de limpeza, a execução compreenderá na execução de desmatamento, destocamento de árvores. O serviço de expurgo de jazida é executado com o mesmo trator de esteiras do serviço de limpeza superficial da camada vegetal, a execução compreenderá na retirada da camada inicial da jazida. Vale destacar que a área considerada para orçamento é 3.221,10 m<sup>2</sup> sendo seu cálculo realizado de acordo com o volume necessário nos trechos dividido por uma espessura de 1,20 da jazida, o detalhamento consta no memorial de cálculo item 1.4.1.

3.3.3 - Será de responsabilidade da contratada, a indenização da jazida a qual deverá ser aprovada pela Fiscalização. O valor de tal indenização está presente no orçamento, sendo seu cálculo quantitativo referenciado no item 1.4.2 do memorial de cálculo.

3.3.4 - O volume escavado deverá ser transportado, por um determinado percurso, conforme Croqui Jazida (Casalheira) destinado às bases do pavimento. O respectivo transporte deverá ser realizado pela contratada com caminhão basculante de 6 m<sup>3</sup>.

### **3.4 – Imprimação**

3.4.1 – *Imprimação* é a operação que consiste na impregnação com asfalto da parte superior de uma camada de base de solo granular já compactada, através da penetração de asfalto diluído aplicado em sua superfície, objetivando conferir:

- a) Uma certa coesão na parte superior da camada de solo granular, possibilitando sua aderência com o revestimento asfáltico;

- b) Um certo grau de impermeabilidade que, aliado com a coesão propiciada, possibilita a circulação dos veículos da obra ou mesmo do tráfego existente, sob as ações de intempéries, sem causar danos à camada imprimada;
- c) Garantir a necessária aderência da base granular com o revestimento tipo asfáltico, tratamento ou mistura.

3.4.2 – O ligante asfáltico indicado, de um modo geral, para a imprimação é o asfalto diluído do tipo CM-30, admitindo-se o tipo CM-70 somente em camadas de alta permeabilidade, com consentimento escrito da fiscalização;

3.4.3 – A taxa de asfalto diluído a ser utilizada é de 1,2 litros/m<sup>2</sup>, devendo ser determinada experimentalmente no canteiro da obra a taxa ideal, observando durante 24 horas aquela taxa que é absorvida pela camada sem deixar excesso na superfície;

3.4.4 - A área da imprimação compreende a extensão da via 1.712,07 m x a largura da via 7,00 m acrescido de 0,15 m para cada lado;

3.4.5 – A execução da imprimação deve atender os seguintes procedimentos:

- a) Após a perfeita conformação geométrica da camada granular, procede-se a varredura da superfície, de modo a eliminar o pó e o material solto existente;
- b) Proceder ao banho com o asfalto diluído, na taxa e temperatura compatíveis com seu tipo, de maneira mais uniforme possível;
- c) Deve-se imprimir a pista inteira em um mesmo turno de trabalho e deixá-la fechada para o trânsito;
- d) A fim de evitar a superposição, ou excesso, nos pontos inicial e final das aplicações, deve-se colocar faixas de papel transversalmente, na pista, de modo que o início e o término da aplicação do material asfáltico situem-se sobre essas faixas, as quais serão, a seguir retiradas. Qualquer falha na aplicação do ligante asfáltico deve ser imediatamente corrigida.

## **3.5 - Construção de Pavimento com Tratamento Superficial duplo, com Emulsão Asfáltica RR-2C, com Capa Selante**

### **3.5.1 – Conceitos Básicos**

3.5.1.1 – *Tratamento Superficial Duplo – (TSD)* pode ser visto como um Tratamento Superficial Simples – TSS de agregado D1/d1 coberto com outro

Tratamento Superficial Simples – TSS de agregado  $D2/d2$ , onde  $D1$  e  $D2$  são os diâmetros máximos e  $d1$  e  $d2$  são os diâmetros mínimos das duas faixas granulométricas de agregados que o compõe.

3.5.1.2– *Capa Selante* é uma camada de agregado miúdo (areia natural ou areia artificial – pó-de-pedra) uniformemente distribuído sobre um banho de ligante betuminoso diluído, objetivando a selagem da superfície revestida, constituindo-se numa terceira camada do tratamento superficial.

### 3.5.2 – Materiais

#### 3.5.2.1 – Agregado

- Será constituído de pedra britada, cascalho ou seixo rolado, britados, ou agregados artificiais indicados no projeto, como escória britada, argila expandida, etc.;
- O agregado, somente de um tipo, deve possuir partículas limpas, duras, isentas de cobertura e torrões de argila, qualidades essas avaliadas por inspeção visual;
- O desgaste por abrasão Los Angeles (determinado pelo Método DNER-ME-35/64) não deve ser superior a 40%. Quando não houver, na região, materiais com esta qualidade, admite-se o emprego de agregados com até 50% de desgaste;
- A forma deve ser tal que o índice de forma (DNER-ME-86/64) não deve ser inferior a 0,5;
- A granulometria do agregado deve obedecer a inequação  $\underline{d} \geq 0,5D$ , onde  $D$  é a malha da peneira que passa 100% do material e  $\underline{d}$  é a da peneira que passa 0%, ou seja, retém todo material;
- Para o estabelecimento da classe granulométrica do agregado das camadas de tratamento superficial, além da inequação acima, deve-se ter:  
 $D \leq 1 \frac{1}{4}''$  (31,8 mm) e  $\underline{d} \geq 3/16''$  (4,8 mm);

- Para a relação entre diâmetros de agregado das duas camadas tem-se usualmente a regra  $d_1 = D_2$ , conhecida às vezes como composição de classes granulométricas contínuas, por exemplo:

Classes Granulométricas Contínuas		
	1ª Camada	2ª Camada
I	1" - ½" ( 25 - 12,5 mm)	½" - ¼" ( 12,5 - 6,3 mm)
II	¾" - 3/8" ( 19 - 10 mm)	3/8" - 3/16" ( 10 - 4,8 mm)
III	1 1/4" - 5/8" ( 31,8 - 16 mm)	5/8" - 5/16" ( 16 - 8 mm)

*Nota: As classes ou faixas granulométricas que devem ser adotadas para o tratamento superficial duplo, são as indicadas acima.*

- Uma pequena porosidade é benéfica, pois favorece a adesividade passiva. Entretanto, caso se desconfie de uma alta porosidade (maior que 1,0% de absorção, calculada com os dados do DNER-ME-81/64:  $a = 100(Ph - Ps) / Ps$  e se essa for confirmada, deve-se impedir o uso do agregado;
- A adesividade é uma propriedade do par agregado/ligante e deve ser determinada com o ligante que se vai realmente usar. Deve-se determinar a adesividade com o CAP-7 (DNER-ME-79/63; se ela for insatisfatória deve-se usar um "dope", na proporção mínima de 0,5% e máxima de 1,0%, em relação ao peso do CAP, repetindo-se o ensaio até se encontrar um "dope" que no intervalo de % acima apresente satisfatório;

### 3.5.2.2 – Ligante Betuminoso

- A emulsão asfáltica catiônica RR – 2C, a base de CAP – 50/60, é o ligante ideal para os tratamentos superficiais, apresentando ótima adesividade ativa e passiva com qualquer tipo de agregado, enquanto o CAP-7 (CAP-150/200) deve ser necessariamente "dopado", com pelo menos 0,5% (mínimo para uma boa homogeneização) de um melhorador de adesividade ("dope") eficaz, para uso com agregados eletronegativos (granito, diorito, gnaisse, arenito, quartzito, etc.) A RR-2C para se situar na faixa de 20 – 60 Saybolt-Furol (viscosidade) necessita apenas de um ligeiro aquecimento, da ordem de 60°C, sendo que o CAP-50/60

emulsificado em temperaturas bem acima de 177°C, podendo após o espargimento esperar muito mais tempo pelo espalhamento do agregado (a ruptura da emulsão – separação da água do asfalto, se dá devida à reação com o agregado). Após a ruptura rápida no contato com o agregado, a água remanescente garante uma ótima trabalhabilidade na fase da compressão do agregado (“rolagem”). Só é conveniente à abertura ao tráfego após cerca de 48 horas, quando toda a água evaporou e o CAP-50/60 atinge sua consistência definitiva. Com o CAP-7 (CAP-150/200) basta esperar que o mesmo volte a temperatura ambiente, exigindo-se o controle de velocidade do tráfego usuário –  $V_{m\acute{a}x} = 40 \text{ Km/h}$ ; é essa a única vantagem, aliás, diminuta, que o CAP-7 apresenta sobre a RR-2C;

- Portanto, os ligantes asfálticos indicados para Tratamentos Superficiais passam a ser, pois apenas: CAP-7 ou CAP-150/200 e a RR-2C (emulsificado com o CAP-50/60);
- Os ligantes betuminosos devem atender às especificações do Instituto Brasileiro do Petróleo – IBP, quanto à viscosidade, peneiramento, teor de resíduo, ponto de fulgor, etc.

### **3.5.2.3 – Dosagem do Agregado e do Ligante Asfáltico**

- A “teoria” da dosagem dos Tratamentos Superficiais foi estabelecida originalmente em 1934 pelo Engenheiro neozelandês HANSON, que estabeleceu os seguintes princípios:
  1. O agregado a ser usado em cada camada deve ser do tipo “uma só dimensão”;
  2. Após seu espalhamento na pista o agregado possui uma porcentagem de vazios de 50%;
  3. Na compressão, os agregados orientam-se se apoiando em sua “maior dimensão” ficando com a “menor dimensão” na posição vertical, reduzindo-se a porcentagem de vazios para 20% (a espessura da camada após a compressão é igual à média das “menores dimensões” das partículas do agregado);

4. Para fixar o agregado, os vazios finais (20%) devem ser preenchidos, de 50 a 70% com o ligante asfáltico, devendo o agregado ficar acima do ligante de 2,8 a 4,8 mm (3,8 mm em média) para se garantir uma superfície rugosa.

- Com base na teoria de Hanson pode-se estabelecer fórmulas que, com pequenos ajustamentos práticos, dão valores bem aproximados para as taxas de agregado e de ligante betuminoso, para as condições médias usuais. Essas taxas devem ser sempre testadas com experiências em verdadeira grandeza.
- Sendo assim, tem-se as seguintes fórmulas práticas para as taxas de agregado “a espalhar”  $T_{ag}$ , de CAP-7 (CAP-150/200)  $T_{CAP}$  e de Emulsão Asfáltica RR-2C  $T_{EA}$ , em litro/m<sup>2</sup>, considerando-se um melhor aproveitamento da EA em relação ao CAP de 6% no TSS e de 10% no TSD:

$$T_{ag} = K \cdot (D + d) / 2 \quad (1)$$

Onde:

$T_{ag}$  = taxa de agregado a espalhar em litro/m<sup>2</sup>

D e d = diâmetro superior e inferior, em mm, da faixa granulométrica

$K = 0,90$  se  $d \geq 5/8''$  (16 mm)

$K = 0,93$  se  $5/8'' > d \geq 3/8''$  (10 mm)

$K = 1,00$  se  $d < 3/8''$  (10 mm)

Portanto,

$$T_{EA} = 0,90 \cdot T_{CAP} / 0,67 - TSD$$

- A regra de ouro para dosagem de um TSD continua sendo: o “máximo de ligante compatível com os diversos fatores” (tráfego, estado da superfície, forma do agregado e clima). A taxa ideal é aquela que provoca uma exsudação incipiente (após os primeiros meses de tráfego), pois o ligante asfáltico é o principal responsável pela vida do Tratamento.
- No estágio atual de fabricação de asfaltos no Brasil, o ligante “por excelência” par os Tratamentos Superficiais é, sem dúvida, a Emulsão Asfáltica Catiônica de Ruptura Rápida – RR-2C (com 67% de CAP-50/60, em peso, ou volume,

desde que a densidade do CAP é praticamente igual à da água), apresentando-se o CAP-7 (CAP-150/200) como uma alternativa.

- É importante notar que há um melhor aproveitamento do CAP emulsificado, devido a sua menor viscosidade, em relação ao CAP aquecido que resfria violentamente ao ser espargido na pista. No TSS – Tratamento Superficial Simples esse melhor aproveitamento é da ordem de 6%, sendo maior no TSD – Tratamento Superficial Duplo, da ordem de 10%, devido ao “2º banho de emulsão” sobre a “1ª camada de agregado” ter um maior rendimento que o correspondente “2º banho de CAP”.
- Assim, se  $T_{CAP}$  é a taxa de CAP-7 (CAP-150/200), a  $T_{EA}$  taxa de RR-2C (com 67% de CAP residual) correspondente será de:

$$T_{EA} = 0,90. T_{CAP} / 0,67 \text{ para o TSD}$$

- Logo, as dosagens de agregado e de ligante para o Tratamento Superficial duplo – TSD é geralmente feita como sequência de dois TSS. Assim, pode-se usar como indicação para os estudos experimentais os mesmos procedimentos referentes ao TSS.
- Por exemplo, seja a classe granulométrica I do TSD

Classe I	Tag (l/m <sup>2</sup> )	T <sub>CAP</sub> (l/m <sup>2</sup> )
1” - ½” (25 – 12,5) (1ªcamada)	17,44	1,45
½” - ¼” (12,5 – 6,3) (2ª camada)	9,4	0,78

Onde o total de  $T_{CAP} = 2,23 \text{ l/m}^2$

Entretanto, quando se trabalha com Emulsão Asfáltica, para se tirar partido de sua maior fluidez, aumenta-se a taxa dos 2º banho e diminui-se da mesma quantidade do 1º banho. No Exemplo dado, tem-se:

$$1^{\circ} \text{ banho} + 2^{\circ} \text{ banho} = T_{\text{CAP}} = 2,23 \text{ l/m}^2 \rightarrow T_{\text{EA}} = 0,90. T_{\text{CAP}}/0,67 = 3,00 \text{ l/m}^2$$

Para saber qual a taxa de cada banho, toma-se geralmente o 1º banho de EA como 42% do total e o 2º banho de EA como 48%. Assim, tem-se no exemplo:

$$1^{\circ} \text{ banho} \rightarrow T_{\text{EA}} = 0,42. (3,00 \text{ l/m}^2) = 1,26 \text{ l/m}^2$$

$$2^{\circ} \text{ banho} \rightarrow T_{\text{EA}} = 0,58. (3,00 \text{ l/m}^2) = 1,74 \text{ l/m}^2$$

$$\text{Total} = 3,00 \text{ l/m}^2$$

Com o banho diluído deverá ser usado até 3,2 l/m<sup>2</sup>.

- Dá-se a seguir, de acordo com a experiência brasileira, *como uma orientação para os estudos experimentais*, as taxas de Agregado, CAP-7 e RR-2C, em condições não extremas de tráfego, clima forma do agregado e estado da superfície a tratar, para as 3 combinações das classes granulométricas I, II e III:

Taxas Estimadas de Agregado e Ligante Betuminoso (CAP-7 e RR-2C) (litro/m <sup>2</sup> )				
Classes Granulométricas		Agregado a Espalhar	CAP-7	RR-2C
I	1'' - 1/2'' (1ª camada)	16 - 18	1,4 - 1,6	1,2 - 1,4
	1/2'' - 1/4'' (2ª camada)	8 - 10	0,7 - 0,9	1,7 - 1,9
II	3/4'' - 3/8'' (1ª camada)	12 - 14	1,0 - 1,2	0,9 - 1,1
	3/8'' - 3/16'' (2ª camada)	6 - 8	0,5 - 0,7	1,3 - 1,5
III	1 1/4'' - 5/8'' (1ª camada)	20 - 22	1,7 - 1,9	1,5 - 1,7
	5/8'' - 5/16'' (2ª camada)	11 - 13	0,9 - 1,1	2,1 - 2,3

Taxas Estimadas de Agregado e Ligante Betuminoso (RR-2C) (litro/m <sup>2</sup> ) para a Capa Selante	
---	--

Classe Granulométrica		Agregado a Espalhar	RR-2C diluída em 50% de água
única	4,8 - 0,075 mm	4 - 6	0,9 - 1,1

### 3.5.3 - Execução

- A execução do Tratamento Superficial Duplo – TSD com capa selante deverá abranger toda a extensão em projeto de 1.712,07 m com largura de 6,70 m (largura da via 7,00 m – sarjeta 0,30 m) e envolve as seguintes operações:
  1. Limpeza da superfície adjacente (imprimada)
  2. 1º espargimento do ligante asfáltico (1º banho)
  3. 1ª distribuição dos agregados (1ª camada);
  4. Compressão da 1ª camada;
  5. 2º espargimento do ligante asfáltico (2º banho);
  6. Compressão da 2ª camada;
  7. 3º espargimento do ligante asfáltico (3º banho);
  8. 3ª distribuição dos agregados (capa selante);
  9. Compressão da capa selante;
  10. Eliminação dos rejeitos, e
  11. Liberação ao tráfego.

#### 3.5.3.1 - LIMPEZA DA SUPERFÍCIE

- A superfície da camada subjacente deve se apresentar completamente limpa, isenta de pó, poeira ou outros elementos. A operação de limpeza pode-se processar por equipamentos mecânicos (vassouras rotativas ou jatos de ar comprimido) ou, em circunstâncias especiais, mesmo por varredura manual;

### **3.5.3.2 - ESPARGIMENTO DO MATERIAL ASFÁLTICO**

- Procedida à limpeza, o espargimento do ligante asfáltico só deverá ser processado se as condições atmosféricas forem propícias. Recomenda-se, pois, não iniciar os trabalhos antes do nascer do sol, sendo proibido a operação quando:
  1. A temperatura ambiente for inferior a 12°C para os CAPS e a 9°C para as EA;
  2. Em dias de chuva ou sob superfícies molhadas; se o ligante for emulsão, admite-se a execução desde que a camada subjacente não apresente encharcada.
- Quando de trabalho em temperaturas excessivamente elevadas, cuidados devem ser tomados se verificar a tendência de os agregados, aquecidos pelo sol, aderirem aos pneus dos rolos e dos veículos;
- A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve estar compreendida entre 177°C a 135°C para o CAP-7 (CAP-150/200) e no caso da RR-2C (emulsão) entre 80°C e 50°C;
- Os materiais asfálticos deverão ser aplicados de uma só vez em toda a largura a ser trabalhada e o espargidor, ajustado e operado de modo a distribuir o material uniformemente, pois depósitos excessivos de material asfáltico devem ser prontamente eliminados;

### **3.5.3.3 - DISTRIBUIÇÃO DE AGREGADOS**

- A distribuição de agregados deve seguir de perto a operação de espargimento do ligante betuminoso. Um espaçamento da ordem de 50m é razoável, devendo-se ter em conta as seguintes regras práticas:
  1. A uma mesma temperatura, quanto maior a viscosidade do ligante a empregar, tanto menor deverá ser o espargimento;

2. A uma mesma viscosidade do ligante a empregar, quanto menor a temperatura ambiente, tanto menor deverá ser o espaçamento.
- A operação de espalhamento deverá ser realizada pelo equipamento especificado e, quando necessário, para garantir uma cobertura uniforme, complementada com processo manual adequado. Excessos de agregado devem ser removidos antes da compressão.

### **3.5.3.4 - COMPRESSÃO DOS AGREGADOS**

- Os agregados, após espalhamento, deverão ser comprimidos o mais rápido possível. Nos trechos em tangente, a compressão deve-se iniciar pelos bordos e progredir para o eixo e, nas curvas, deverá progredir sempre do bordo mais baixo para o bordo mais alto;
- O número de passadas do rolo compressor deve ser no mínimo 3, sendo que cada passagem deverá ser recoberta, na vez subsequente, em pelo menos a metade da largura do rolo; acredita-se que a compressão total se processa ao cabo de um número máximo de 5 coberturas (número de passadas no mesmo ponto);
- A primeira camada deverá receber individualmente apenas uma fraca compressão, procedimento este que faculta corrigir eventuais faltas e/ou excessos. A seguir, executa-se a camada subsequente, analogamente à primeira, procedendo-se, contudo, a compressão nos moldes exigidos;
- É fundamental que a primeira rolagem se processe imediatamente após a distribuição dos agregados, compondo a integração do comboio de execução (espargidor de ligante – distribuidor de agregados – rolos de compressão) a ser disposto sequencialmente e de forma igualmente espaçada. As passadas subsequentes poderão ser efetuadas com maior intervalo de tempo.

### 3.5.3.5 - LIBERAÇÃO AO TRÁFEGO

- Cimento Asfáltico: a liberação pode-se processar após o resfriamento total do ligante, exigindo-se o controle de velocidade do tráfego usuário – velocidade máxima de 40 km/h.
- Emulsão Asfáltica: o tráfego só deverá ser liberado após se assegurar o desenvolvimento completo da adesividade passiva (resistência ao arrancamento), propriedade que nesta alternativa requer tempos maiores; esta avaliação deve ser feita no começo da obra, estabelecendo-se, para orientação inicial, um repouso da ordem de 48 horas, o qual poderá ser alargado ou reduzido conforme as constatações.

*Nota: A capa selante deverá ser executada conforme procedimentos das camadas do tratamento superficial.*

### 3.5.3.6 - AGREGADOS

- Antes do início da britagem, caso de ocorrência de material pétreo não explorada, deverão ser confirmados os valores de absorção, de abrasão Los Angeles e, se for o caso, de durabilidade, através de ensaios de 3 amostras estrategicamente coletadas, para posterior utilização da brita;
- Os agregados deverão enquadrar-se nas classes granulométricas especificadas anteriormente, apresentando boa adesividade ao ligante betuminoso e desgaste abrasão até 50%. Deverão também estar desprovidos de pó, senão deverão ser obrigatoriamente lavados quando da utilização;
- Atendidas as condições anteriores, para cada 30 m<sup>3</sup> de agregado estocado será retirada aleatoriamente uma amostra para o ensaio de:
  1. Granulometria para verificação da classe granulométrica;
- Quando houver mudança de fonte de agregado, todas as características citadas anteriormente deverão ser checadas.
- O par agregado/ligante deverá atender à viscosidade satisfatória para a execução do TSD.

### 3.5.3.7 – TRANSPORTE

O transporte do material deverá ser por caminhões com capacidade de 30000L, a contar do local de carga à obra. O quantitativo está referenciado no item 1.4.7 e 1.4.8 do memorial de cálculo, considerando a área da construção do pavimento x Taxa de consumo de material betuminoso de 4,30 Kg/m<sup>2</sup> (RR2C: 3,10 kg/m<sup>2</sup> e CM30 1,20 kg/m<sup>2</sup>) x DMT de 47,00 Km. Quanto ao DMT recomenda-se a leitura do Croqui de transporte de material betuminoso.

O transporte do agregado compreende ao material utilizado na capa asfáltica (imprimação e capa selante) e deverá ser realizado por caminhões basculantes, a contar do local de extração à obra. O quantitativo está referenciado nos itens 1.4.9 e 1.4.10 do memorial de cálculo. Quanto ao DMT será de 88,8 Km conforme croqui de fornecedor de agregado.

## 4 - DRENAGEM SUPERFICIAL

### 4.1 - Guia (meio-fio) e Sarjeta Conjugados de Concreto

Dentre os dispositivos de drenagem, foram adotados meios fios c/ e sem sarjetas. O meio fio e sarjeta conjugados adotado será de concreto moldado em loco sendo a localização da sua implantação referenciada em projeto. Suas dimensões mínimas exigidas serão extrusora 45cm de base (15 cm de base da guia com + 30 cm de base da sarjeta) x 22 cm de altura.

A sarjeta deve ser iniciada após a conclusão de todas as operações de pavimentação que envolva atividades na faixa anexa.

- Deverá ser moldada in loco.
- O preparo e a regularização da superfície de assentamento são executados com operação manual envolvendo cortes, aterros ou acertos, de forma a atingir a geometria projetada para o dispositivo.
- A superfície de assentamento deve ser firme e bem desempenada.
- Para marcação das sarjetas, utilizar gabaritos constituídos de guias de madeiras servindo de referência para a concretagem, cuja seção transversal corresponde as dimensões e forma de cada dispositivo, espaçando estes gabaritos em 2 m no máximo.

Especial atenção deve ser dada a 17 uniformidade da escavação entre guias, de forma a garantir igual espessura do revestimento em qualquer seção.

- A concretagem deverá respeitar o plano executivo, prevendo lançamento em panos alternados.
- O espalhamento e acabamento do concreto será feito com apoio da régua de desempenho no próprio concreto dos panos adjacentes.
- Executar junta de dilatação a cada 12 metros, preenchida com cimento asfáltico aquecido, de modo a obter a fluidez necessária para aplicação, por escoamento na junta.
- A execução das sarjetas será apenas em um lado da via, tendo uma inclinação mínima de 8%.

## **5 – CALÇADAS**

### **5.1 - Locação E Nivelamento**

A Contratada é responsável pelos serviços de locação e nivelamento, de acordo com os desenhos e instruções fornecidos pela Fiscalização, devendo dispor de pessoal técnico necessário à correta execução dos trabalhos.

O terreno deverá ser preparado de tal forma que haja um caimento de no mínimo 2% para a lateral do meio fio de forma a não acumular águas de chuva nos passeios.

### **5.2 - Limpeza Do Terreno**

A limpeza do terreno compreenderá os serviços de limpeza mecanizada de camada vegetal com desmatamento e remoção, de forma a deixar a área livre de raízes e tocos de árvores.

Deverá ser procedida periódica remoção de todo o entulho e detritos que venham a acumular no terreno, no decorrer da obra.

O destino dado a todos os materiais dados como entulho da obra será de responsabilidade do Empreiteiro, que deverá acondicionar, transportar e descartar de acordo com as leis e necessidades do município.

### **5.3 - Compactação**

Em princípio, todos os serviços de compactação serão executados por meios mecânicos. Excepcionalmente, e somente nos casos previamente reconhecidos e autorizados pela Fiscalização, será aceito a compactação manual.

Os serviços de acerto do terreno e de compactação serão todos de responsabilidade da empresa executora.

### **5.4 - Execução Das Calçadas**

O início dos trabalhos só poderá ocorrer depois de examinada e liberada a preparação do terreno pela Fiscalização. A calçada deverá ter espessura de 6 cm acabada.

#### **Fôrmas e juntas**

As fôrmas externas, quando for o caso, terão espessura de 2,5 cm. Todas deverão estar perfeitamente alinhadas e escoradas, de forma a evitar deformações durante a concretagem. As estacas para fixação das juntas não deverão permanecer depois de concluída a calçada.

As juntas de dilatação serão secas ou serradas e espaçadas em no máximo 2,0 metros. No caso de juntas secas, executar a concretagem das placas de forma alternada (concreta uma e pula a outra), como um jogo de damas.

#### **Confeção, lançamento, adensamento e acabamento do concreto.**

Será utilizado concreto de cimento Portland, produzido para ser entregue na obra no estado plástico e de acordo com as características solicitadas, com relação ao seu emprego específico e ao equipamento de transporte, lançamento e adensamento do concreto.

O concreto dosado executado em central e deve atender às definições de projeto relativas às seguintes características do concreto:

- compressão aos 28 dias igual ou superior a 20 MPa;
- consistência expressa pelo abatimento do tronco de cone próxima de 8 +/- 1 cm;

- dimensão máxima característica do agregado graúdo podendo ser compatível à brita 0 ou brita 1;

- teor de argamassa do concreto, devendo ser uma mistura mais rica em argamassa a fim de facilitar o acabamento desempenado;

- tipo e consumo mínimo de cimento e ao fator água/cimento máximo em conformidade com a Norma NBR 6118;

- presença de aditivos compatíveis com a trabalhabilidade e resistência à compressão.

Para a formação de lotes de concreto para extração de corpos-de-prova, têm de serem observadas as disposições das normas técnicas vigentes.

Haverá, obviamente, integral obediência à NBR 6118 em sua versão mais recente, considerando o título desta norma: “Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado”.

### **O controle tecnológico do concreto**

Quando exigido pela fiscalização será efetuado por meio de corpos de prova a serem recolhidos periodicamente, na proporção mínima de seis corpos para cada 1.000 m<sup>2</sup> de calçada executada. Os ensaios de ruptura poderão ser realizados em instituição especializada, pública ou privada, reconhecida. Neste caso a firma deverá encarregar-se do transporte do pessoal técnico e do material necessário para confecção dos corpos de prova no local da obra, devendo também se responsabilizar pela cura dos mesmos.

Quando os resultados dos testes de rompimento aos 7 dias não alcançarem, no mínimo, 7/10 (sete décimos) da resistência prevista aos 28 dias, deverá ser confeccionada uma nova série de corpos de prova para garantir o atendimento dos resultados finais.

Quando os resultados dos testes de rompimento aos 7 dias não alcançarem, no mínimo, 5/10 (cinco décimos) da resistência prevista aos 28 dias, o serviço será suspenso, com o objetivo de melhorar a qualidade do concreto.

Sempre que não houver indicação em contrário, a resistência do concreto para calçadas, aos 28 dias, não poderá ser inferior a 200 MPa. O concreto que não alcançar este valor mínimo poderá ser recusado pela Fiscalização.

### **Proteção e cura do concreto**

É de responsabilidade da firma Contratada a proteção da calçada concretada, por intermédio de cerca provisória que impeça a passagem de pedestres, ciclistas ou veículos sobre o passeio, até que o concreto tenha atingido resistência suficiente para suportar carga. Além disso, durante um mínimo de sete dias, a superfície do concreto deverá ser mantida umedecida por meio de rega com água ou, eventualmente, proteção com areia úmida ou produtos especiais para cura.

## **5.5 - Rampa De Acessibilidade Para PNE**

Deverão ser promovidos os rebaixos de meios fios para execução de rampas para deficientes, nos locais indicados conforme detalhe no projeto, devendo ser instalada sinalização tátil de alerta e direcional em ladrilhos hidráulicos de 20x20, seguindo especificações da NBR 9050.

## **6 – SINALIZAÇÃO VIÁRIA**

### **6.1 - Sinalização Horizontal com Tinta Retrorrefletiva a Base de Resina Acrílica com Microesferas de Vidro**

A sinalização horizontal é um subsistema da sinalização viária composta de marcas, símbolos e legendas, apostos sobre o pavimento da pista de rolamento. A sinalização horizontal tem a finalidade de fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados, de modo a aumentar a segurança e fluidez do trânsito, ordenar o fluxo de tráfego, canalizar e orientar os usuários da via. A sinalização horizontal tem a propriedade de transmitir mensagens aos condutores e pedestres, possibilitando sua percepção e entendimento, sem desviar a atenção do leito da via. As linhas longitudinais têm a função de definir os limites da pista de rolamento e a de orientar a trajetória dos veículos.

Destaca-se que a sinalização horizontal é de suma importância para a perfeita usabilidade da via, portanto deverá obedecer ao projeto de sinalização, bem como as normas pertinentes.

Recomenda-se a leitura do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, CONTRAN.

- Para a aplicação de sinalização em superfície com revestimento asfáltico, deve ser respeitado o período de cura do revestimento.
- A superfície a ser sinalizada deve estar seca, livre de sujeira, óleos, graxas ou qualquer outro material que possa prejudicar a aderência da sinalização ao pavimento;
- Deve ser feita a pré-marcação acordo com o projeto;
- Deve ser executada somente quando o tempo estiver bom, ou seja, sem ventos excessivos, sem neblina, sem chuva e com umidade relativa do ar máxima de 90%;
- E quando a temperatura da superfície da via estiver entre 5° C e 40° C;
- A cor da tinta branca deverá estar de acordo com o código de cores Munsell N 9,5 aceitando-se variações até o limite de Munsell N9,0. A cor da tinta amarela deverá estar de acordo com o código de cores de Munsell 10YR,7,5/14, aceitando-se as variações 10 YR 7,5/12 , 10YR 7,5/16 e 10YR 8,0/14
- A tinta, logo após a abertura, não poderá apresentar sedimentos ou grumos que não possam ser facilmente dispersos por agitação manual e, quando agitada, deve apresentar aspecto homogêneo. A tinta não poderá apresentar coágulos, nata, caroços, películas, crostas ou separação de cor.

## **6.2 - Sinalização Vertical Totalmente Refletiva**

A sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária cujo meio de comunicação está na posição vertical, normalmente em placa, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, através de legendas e/ou símbolos pré-reconhecidos e legalmente instituídos.

A sinalização vertical é classificada de acordo com sua função, compreendendo os seguintes tipos:

- Sinalização de Regulamentação;
- Sinalização de Advertência;

- Sinalização de Indicação.

As placas de regulamentação e de advertência deverão atender ao Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação e ao Volume II – Sinalização Vertical de Advertência, respectivamente, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN, quanto à diagramação de letras, setas, algarismos, tarjas, orlas e pictogramas.

#### MODELOS UTILIZADOS NESTE PROJETO

**A-32b**



#### DIMENSÕES A SEREM ADOTADAS

VIA	Lado (m)	Orla externa mínima (m)	Orla interna mínima (m)
Urbana	0,50	0,018	0,009

**R-1**



#### DIMENSÕES A SEREM ADOTADAS

VIA	Lado	Orla interna branca mínima (m)	Orla externa vermelha mínima (m)
Urbana	0,35	0,028	0,014

O material a ser utilizado na confecção das placas será a chapa de aço zincado nº 16, conforme especificações da NBR 11904 - Placas de aço para sinalização viária.

*a*

As placas serão pintadas com tintas refletivas, de modo que permita a visibilidade noturna.

Os postes de sustentação dos sinais devem ser de madeira de lei de primeira qualidade, devendo ter seção quadrada com 0,075m x 0,075m de lados.

Para a confecção dos dispositivos de fixação deverão ser atendidas as Normas Técnicas vigentes.

A contratada é obrigada reparar, corrigir, remover, reimplantar ou substituir, às suas expensas, no total ou em parte, o objeto do Contrato em que se verificarem vícios, defeitos ou incorreções resultantes da execução ou de produtos empregados, durante toda a vigência do Contrato.

Recomenda-se a leitura do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN.

## **7 – RECOMENDAÇÕES FINAIS**

A execução dos serviços deverá obedecer rigorosamente aos Projetos e às Especificações, não podendo ser inserida qualquer modificação sem o consentimento prévio da FISCALIZAÇÃO. Os Projetos, o Memorial Descritivo, o Relatório de Terraplanagem e a Planilha com o Memorial de Cálculo são complementares entre si, devendo as eventuais discordâncias ser resolvidas pela FISCALIZAÇÃO, com a seguinte ordem de prevalência:

- Em caso de divergência entre projetos e planilha, deverá ser consultada a FISCALIZAÇÃO e/ou os autores dos projetos;

Os serviços complementares, que possam surgir durante a obra em detrimento a serviços relacionados nas planilhas orçamentarias deverá ser passado a Fiscalização para uma análise técnica e liberação antes de sua execução.

Luziânia-GO, 23 de julho de 2021.

Cristiano F. Rodrigues da Silva  
Eng. Civil CREA 22146/D-DF  
Divisão de Obras Públicas



RESP. TÉCNICO: CRISTIANO FILIPE RODRIGUES DA SILVA  
CREA: 22146/D-DF