

## Memorial Descritivo

### 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 em TSD, Execução de Calçadas, Drenagem Superficial e Sinalização Viária das Ruas Verde e Formosa, localizadas no bairro São Caetano; Ruas Herculano Meireles, Raquel de Queiroz, Manoel José, Carlos J. Rocha e Alfredo Nasser, localizadas no bairro Parque Estrela D'alva I e Ruas 12, 13 e 14 (com execução de Drenagem Profunda – GAP), localizadas no bairro Parque Estrela D'alva VII, Município de Luziânia-GO, conforme ilustrado nos mapas abaixo:



Figura 1: Ruas a pavimentar - São Caetano

Fonte: Google Earth



Figura 2: Ruas a pavimentar – P.E.D I

Fonte: Google Earth

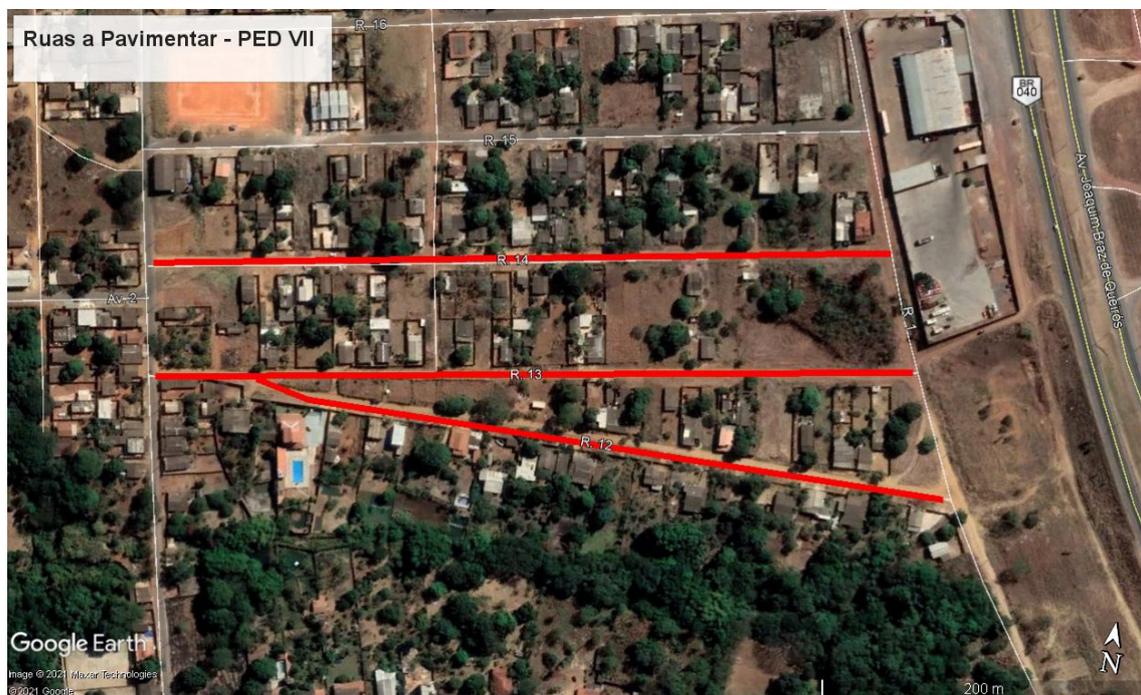


Figura 3: Ruas a pavimentar – P.E.D VII

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 e drenagem profunda no bairro P.E.D VII.

## **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 1 (um) Container 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.

## **2 – TERRAPLENAGEM**

2.1 – Os serviços preliminares de desmatamento e limpeza das vias que serão pavimentadas compreenderão toda a extensão do trecho a pavimentar 4.254,15 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 17.159,05 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 croquis de bota-fora considerando DMT de 1,5 Km no bairro São Caetano, 2,3 Km no bairro Parque Estrela D’alva I e 3,2 Km no bairro Parque Estrela D’alva VII.

2.4 - Conforme relatório de volumes de terraplanagem a empresa CONTRATADA deverá executar e compactar o aterro no total de 932,80 m<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 terraplanagem;

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 0,96 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><b>FUNÇÃO PREDOMINANTE</b></i>	<i><b>TRÁFEGO PREVISTO</b></i>	<i><b>VIDA DO PROJETO (ANOS)</b></i>	<i><b>Fluxo Ônibus e Caminhões (dia)</b></i>	<i><b>N característico</b></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.

N	R <sub>min</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

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.

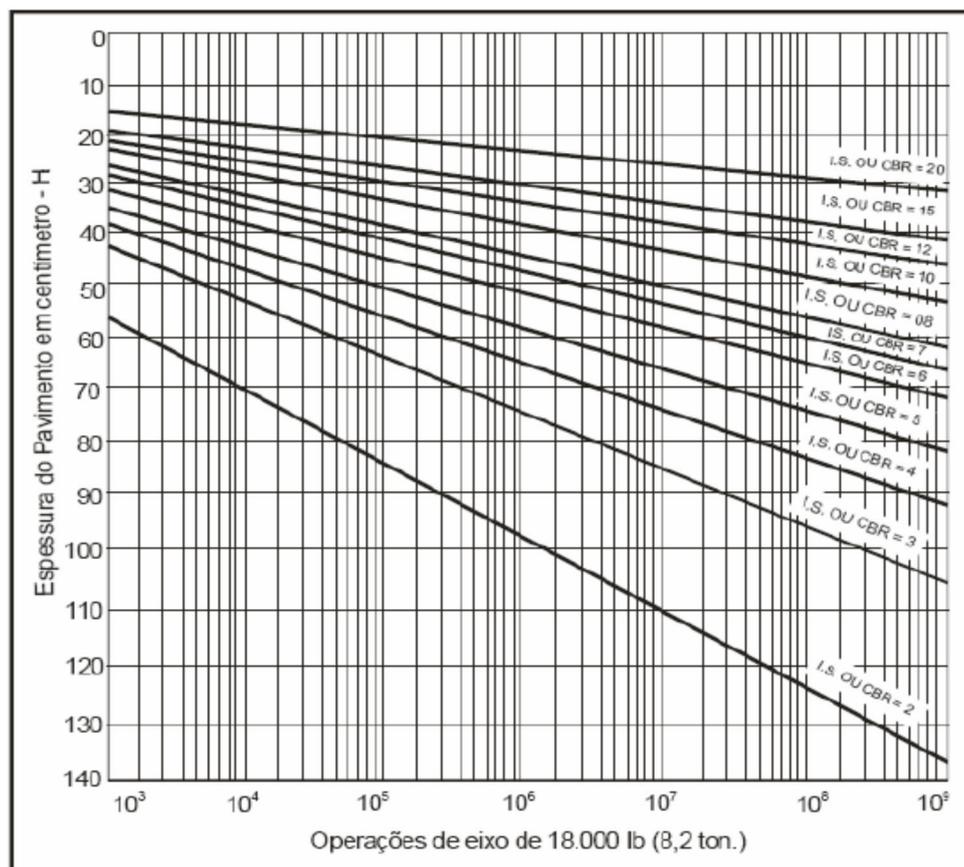
Tráfego Leve ( $N=10^5$ )

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

$$21 = B + 3$$

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

QUADRO RESUMO (Tráfego Leve)			CBR
CAMADA	MATERIAL	ESPESSURA (cm)	PORCENTAGEM
REVESTIMENTO	T.S.D.	3	
BASE	Cascalho	18	$\geq 60\%$
SUB-BASE	Estabilizado Granulometricamente	12,5	$\geq 20\%$
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 0,66 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 9.663,29 m<sup>3</sup> conforme relatório de terraplanagem, 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 8.052,74 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.

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 memorial de cálculo.

3.3.4 - O volume escavado deverá ser transportado, por um determinado percurso, conforme Croqui Jazida (Cascalheira) 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 4.254,15 m x a largura da via 7,00 m acrescido de 0,125 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  $\underline{D}$  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:  
 $\underline{D} \leq 1 \frac{1}{4}''$  (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  $d1 = D2$ , conhecida às vezes como composição de classes granulométricas contínuas, por exemplo:

<b>Classes Granulométricas Contínuas</b>		
	<b>1ª Camada</b>	<b>2ª Camada</b>
I	1'' - 1/2'' ( 25 - 12,5 mm)	1/2'' - 1/4'' ( 12,5 - 6,3 mm)
II	3/4'' - 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:  $a = 100(\text{Ph} - \text{Ps}) / \text{Ps}$  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:

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

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:

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

- 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) (1ª camada)	17,44	1,45
½" - ¼" (12,5 - 6,3) (2ª camada)	9,4	0,78

Onde o total de T<sub>CAP</sub> = 2,23 l/m<sup>2</sup>

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:

<b>Taxas Estimadas de Agregado e Ligante Betuminoso (CAP-7 e RR-2C)</b> <b>(litro/m<sup>2</sup>)</b>				
<b>Classes Granulométricas</b>		<b>Agregado a Espalhar</b>	<b>CAP-7</b>	<b>RR-2C</b>
I	1" - ½" (1ª camada)	16 - 18	1,4 - 1,6	1,2 - 1,4
	½" - ¼" (2ª camada)	8 - 10	0,7 - 0,9	1,7 - 1,9
II	¾" - 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 ¼" - 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

<b>Taxas Estimadas de Agregado e Ligante Betuminoso (RR-2C) (litro/m<sup>2</sup>)</b> <b>para a Capa Selante</b>			
<b>Classe Granulométrica</b>		<b>Agregado a Espalhar</b>	<b>RR-2C diluída em 50% de água</b>
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 4.254,15 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 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 em 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 no memorial de cálculo. Quanto ao DMT recomenda-se a leitura do 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 in 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.

#### **Confecção, 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 Retrorefletiva 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



**DIMENSÕES A SEREM ADOTADAS**

VIA	Lado (L1) (m)	Lado (L2) (m)	Faixa Branca (m)
Urbana	0,45	0,25	0,02

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.

As placas serão pintadas com tintas refletivas, de modo que permita a visibilidade noturna. Os postes de sustentação dos sinais deverão ser em aço galvanizado.

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

A contratada é obrigada reparar, corrigir, remover, replantar 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 – DRENAGEM PLUVIAL**

O projeto visa dar escoamento as águas pluviais e dar ao projeto feições condizentes com as normas técnicas do país, que asseguram a durabilidade e bom funcionamento de todos os elementos que constituem os mesmos.

Procurou-se em todo o perfil da rede, acompanhar o declive natural do terreno, dentro dos limites máximo e mínimo, para se evitar erosão ou depósito de materiais e se ter um mínimo em movimento de terra. Os lançamentos serão em fundo de vale (córrego).

Para o projeto em referência foi adotado tubos de concreto pela sua praticidade de utilização, manutenção, características de topografia do terreno, além de custos adequados para implantação na obra.

A execução do projeto segue as normas e técnicas brasileiras recomendadas, tão bem quanto às normas vigentes estabelecidas pelo órgão fiscalizador.

### **7.1 - Memorial Justificativo**

Ao se projetar um sistema de esgoto pluvial, devemos ter conhecimento do volume de água a ser afastado, para isto necessitamos saber sobre a relação entre as durações das chuvas locais e suas intensidades, relação esta que é de importância capital no projeto de águas pluviais. A chuva que produz deflúvio máximo, ou seja, a duração da mesma é feita igual ao tempo de concentração (I), havendo assim contribuição de toda a bacia à montante.

Adotou-se para todo o perímetro urbano da cidade de Luziânia, apenas uma intensidade de precipitação, de acordo com a equação (figura 1) e parâmetros utilizados pelo Prof. Alfredo da Universidade Federal de Goiás, sendo os seguintes parâmetros utilizados:

$$i = \frac{B1 * (T^{\alpha + \frac{\beta}{T^{\gamma}}})^{\delta}}{(t + c)^b} \quad \text{válida para } 1 \text{ ano} \leq T \leq 8 \text{ anos} \quad (1)$$

Onde,

T = período de retorno em anos;

t = tempo de concentração em minutos, geralmente utilizado o tempo de concentração (5 min);

B1, b, c = parâmetros regionais; e

$\alpha, \beta, \gamma$  = constantes da equação.

Os parâmetros regionais recomendados para a cidade de Luziânia são:

$$B = 0,85926$$

$$C = 15,103$$

$$B1 = 25,6563$$

Para drenagem urbana muitos autores recomendam período de retorno de 2 anos para microdrenagem, podendo variar até 25 anos, se considerarmos projeções de adensamento urbano, neste caso sendo adotado o período de retorno de 2 anos.

O tempo de concentração inicial corresponde ao tempo gasto no percurso da primeira quantidade de água do ponto mais alto da área de projeto até a primeira boca de lobo, a partir daí, o tempo de concentração em cada trecho é o tempo inicial acrescido do tempo de percurso no tubo. Para o tempo de concentração inicial foi considerado 5 minutos.

No cálculo da área de contribuição de cada trecho de rede foi utilizado o método racional (figura 2), por ser amplamente utilizado em pequenas áreas de contribuição.

Adotamos para o coeficiente de escoamento superficial o valor de 0,60 por se tratar de área de densidade média e levando em consideração uma margem de segurança satisfatória.

$$Q = CxIxA \quad (2)$$

Q = Vazão em litros por segundo na seção considerada;

C = Coeficiente de escoamento superficial da bacia;

I = Intensidade de precipitações pluviométricas;

A = Área da Bacia Contribuinte, em cada seção, em hectare.

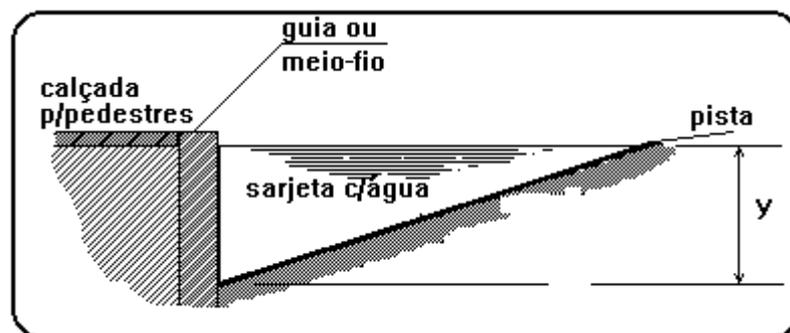
As velocidades foram limitadas, atendendo às NORMAS BRASILEIRAS em mínimo de 0,75m/s, e máximas de 5,00m/s. Ficando as declividades condicionadas em mínimas e máximas. Para a locação da rede e bocas de lobo, além da declividade, outro critério importante utilizado foi o escoamento superficial máximo de 120,00 metros, distância entre Poços de Visita de 100,00 metros (visando fácil acesso e manutenção da rede) e volume de escoamento máximo da boca de lobo.

O cálculo da capacidade de captação das águas de boca de lobo utilizou-se da expressão (figura 3) recomendada por Azevedo Neto, Manual de Hidráulica e fatores de redução recomendados pelo CETESB/1980.

$$Q = 1,71.L.H^{3/2} \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (3)$$

L = comprimento da abertura (m)

H = altura da água nas proximidades (m) (adotado  $y=0,13\text{m}$ )



Com comprimento de abertura de 1,00m, a capacidade da boca de lobo calculado é de 80,15 l/s e considerando redução de 12,5%, concluímos que sua capacidade corrigida é de 70 l/s. Devido à possíveis intercorrências nos trechos urbanos ou falta de manutenções preventivas nas bocas de lobo adotaremos um limite de coleta de água de 40 l/s por elemento, visando garantir maior vida útil ao sistema.

No dimensionamento dos diâmetros da rede de galeria pluvial foi utilizado o conceito proposto por Azevedo Neto, no livro Manual de Hidráulica e equações de (Menezes Filho, 2007).

Farão parte destas especificações as plantas de rede coletora, com indicações dos trechos, os comprimentos das tubulações, diâmetro, declividade, profundidade dos poços de visita, posição dos poços de visita, boca-de-lobo e canaletas de captação.

## 7.2 - Descrição dos Elementos do Sistema Projetado

- Cavas - Estas obedecerão ao projeto em todos os seus detalhes, como cotas, declividades, etc.
- Reaterro - Depois do tubo assentado far-se-á o aterro com terra de boa qualidade em camadas de 0,40m compactadas.
- Tubos de Concreto - Os tubos utilizados serão de concreto, todo em consonância com a norma P.21-B da ABNT.
- Poços de Visita - Os poços de visita serão executados em alvenaria de tijolos maciços, assentados em argamassa de cimento e areia no traço de 1:3, e revestidos internamente com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.
- Boca-de-lobo - Serão construídos em bloco maciço nos pontos considerados baixos, junto ao meio-fio, com capacidade máxima de captação de 40l/s.
- Ramais - Serão em tubos de concreto armado com diâmetro de 40 cm dependendo do número de bocas-de-lobo ligadas ao ramal, 5 bocas-de-lobo ou mais o ramal deverá ser de diâmetro de 60 cm.
- Escoramento - Deverão ser executados escoramentos do tipo “pontaletamento” em toda a extensão da rede cuja altura média do trecho de PV a PV for maior ou igual a 2,00 metros.
- Tampão de PV - Preferencialmente adquirido em concreto armado pré moldado com diâmetro de 60 cm, poderá ser moldado no local conforme padrão da PREFEITURA em concreto fck 15Mpa ou superior.
- Chaminé - Terá seção cilíndrica, construído em alvenaria de tijolo comum.

- Drenos – Serão manilhas de Barro Vibrado, tubo de concreto ou PVC - Ø = 6” ou 8”, perfurados.
- Estrutura de Lançamentos - São usadas no final da rede coletora principal as margens do córrego, em caixa tipo gabião com pedras assentadas manualmente.

## 7.3 - Especificações dos Serviços

### 7.3.1 – Escavação

As escavações das valas para assentamento dos tubos de concreto e o preparo do local de montagem do tubo será executado mecanicamente ou manualmente, em casos onde houverem interferências que impossibilitem o uso de maquinários, de conformidade com a conveniência do cronograma físico da obra. As escavações deverão ser de conformidade com as dimensões e greides fixados no projeto, deverão atingir a profundidade de projeto menos vinte centímetros, (h-20cm), isto para que possa fazer o acerto final dos 20cm do fundo da vala, manualmente, de modo que o mesmo fique conformado para apoiar o tubo.

Quando em virtude da profundidade ou pouca coesão do solo ocorrer perigo de desabamento dos taludes verticais, a fiscalização poderá optar pelas seguintes soluções: inclinação dos taludes, escavação em bancadas e escoramento com madeira.

Quando ocorrer afloramento de lençol freático, a fiscalização poderá autorizar o bombeamento da água aflorada.

Os materiais inadequados, tais como: argila orgânica, turfas, areia fofa, argila muito plástica e saturada a 100%, deverão ser removidas na largura e profundidade indicadas pela fiscalização, por escrito em caso concreto. Para que os tubos de concreto estejam protegidos dentro das valas, estabeleceu-se um critério para mínima profundidade e largura: sendo para a profundidade que tenha  $h=2,50 \times \text{Ø ext. do tubo}$  (duas vezes e meia o diâmetro externo do tubo), e para a largura de fundo da vala  $L_g=1,50 \times \text{Ø ext. do tubo}$  (uma vez e meia o diâmetro extremo do tubo).

Na escavação de valas para qualquer tipo de tubo, estabeleceu-se que os taludes verticais tenham a inclinação de 3:1.

Após o acerto final do fundo da vala, deverá ser executado o apiloamento com compactador mecânico a percussão, de modo que o terreno assim compactado não sofra recalques, quando se fizer o reaterro sobre o tubo assentado.

### **7.3.2 - Tubo de concreto**

Os tubos utilizados no projeto serão de concreto armado, todos em consonância com a norma P-21-B da ABNT e padronizado pelo DNER.

Os tubos poderão ser tipo macho e fêmea ou do tipo ponta e bolsa, e deverão obedecer a exigência EB-227 e NP-228 da ABNT.

As armaduras obedecerão ao item 4.3. da especificação DNER-ES-OA-31-71.

Os tubos de Ø40cm a Ø150cm, serão de concreto vibrado e armado com tela padrão, tipo ponta e bolsa ou macho e fêmea, e o traço de concreto obedecendo às normas da ABNT.

Quando necessário será usado armação dupla para os tubos de Ø 60cm e Ø150cm, obedecendo às especificações do DNER.

O assentamento dos tubos poderá ser feito manual ou mecanicamente de acordo com a orientação da fiscalização, obedecendo rigorosamente os greides projetados e de acordo com as dimensões indicadas. O rejuntamento deve ser feito com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

As juntas internamente serão preenchidas com argamassa de cimento e areia 1:3 cuidadosamente alisadas de modo a se evitar as rugosidades, que altere o regime de escoamento das águas. As juntas na parte externa serão tomadas com um cordão de argamassa de cimento e areia e a seção de formato semicírculo, no caso de luvas e argamassa terá seção triangular equilátera.

Não serão aceitos tubos trincados ou danificados durante a descida ou que apresente qualquer defeito construtivo aparente.

### **7.3.3 - Poços de Visita**

Os poços de visita serão construídos em bloco de concreto maciço, assentados em argamassa de cimento e areia no traço 1:3 e revestidos internamente com argamassa

de cimento e areia no traço 1:3, terão a laje de fundo constituída em concreto armado assentadas sobre lastro de brita nº 2.

A tampa será em concreto armado, deverá ter um furo excêntrico de diâmetro Ø60cm para o acesso de um homem executar a limpeza e manutenção do poço de visita e de rede pluvial.

Quando houver necessidade a critério da fiscalização será projetado poços de visita de concreto armado.

Os poços de visita terão formato quadrado. Os poços de visitas serão colocados em cada cruzamento de vias, onde haja mudança de diâmetro, mudança de declividade ou de características de condutor e nas mudanças de direção das redes. A distância de um poço ao outro não deve ultrapassar de 120,00m (cem metros).

Os poços de visita terão altura mínima de 145cm e as chaminés altura máxima de 180cm. A chaminé sobre o poço de visita deverá ir até o nível superior da base do pavimento, sendo vedado com tampão de concreto padrão PREFEITURA. A espessura das paredes deverá obedecer ao projeto padrão PREFEITURA/DNER.

### **7.3.4 - Bocas de Lobo**

As bocas-de-lobo serão construídas nas calçadas contíguas as sarjetas, próximas aos cruzamentos e no meio dos quarteirões e em pontos baixos estratégicos com relação à coleta de água pluvial que escoa pela sarjeta, e que deverá ser mostrada nos projetos.

Sua colocação será à montante dos poços de visita. Junto à boca-de-lobo, será feito um rebaixamento, com declividade de 5% na sarjeta no sentido de forçar a penetração da água em seu interior.

A boca-de-lobo será construída em bloco de concreto maciço assentado com argamassa de cimento e areia 1:4 e alisado a feltro. A boca-de-lobo terá tampa em concreto armado e a viga de boca-de-lobo padrão PREFEITURA, junto à sarjeta. As dimensões da boca-de-lobo, tampa de boca-de-lobo e vigas de boca-de-lobo, serão usadas no padrão PREFEITURA.

### **7.3.5 - Ramais**

Ramais são redes coletoras que saem das bocas-de-lobo e vão até os poços de visita, os ramais terão diâmetro mínimo de 40cm.

Os ramais serão de tubos de concreto armado. A declividade mínima é de 1% (um por cento) deverá obedecer as normas da ABNT.

### **7.3.6 - Reaterro**

Após o assentamento completo dos tubos, procede-se seu envolvimento com aterros em camadas horizontais de no máximo 40cm de espessura, compactados até se obter massa específica aparente seca, não inferior a 95% obtida no ensaio DNER-ME-47-64, formando camadas laterais e prosseguindo até uma altura não inferior a 50cm da geratriz mais elevada da tubulação, daí em diante onde a largura for superior a 1,00 metro, a compactação será feita com equipamento mecânico, de preferência usando-se rolo pé-de-carneiro, no teor de 100% do proctor normal, sendo esta compactação controlada por laboratório.

### **7.3.7 - Tampão**

Para vedação da chaminé de inspeção dos poços de visita, usar-se-á tampão de concreto padrão PREFEITURA, os mesmos são chumbados na chaminé.

### **7.3.8 - Chaminé**

Serão de forma cilíndrica, construídos em blocos cerâmicos maciços ou aduela, assentes em argamassa de cimento e areia 1:3, nas chaminés são chumbados estribos de Ø 1/2", que servirão de escada de marinheiros para se dar acesso a inspeção dos poços de visita.

### **7.3.9 - Drenos**

Serão executados onde necessários, e de acordo com o projeto, detalhes específicos e/ou orientação da fiscalização. São executados drenos com ou sem

tubulação perfurada. As tubulações poderão ser de manilhas de barro vibrado, concreto ou PVC, com Ø 6”, Ø 8”, ou outros diâmetros indicado no projeto.

Os drenos poderão ser recobertos com tábuas ou sapá, não se admitindo em hipótese alguma a utilização de matos nesta camada. Conforme especificação do projeto poderão ser utilizadas mantas de poliéster tipo Bidim, envolvendo o material drenante. Havendo ramificações na rede de drenos nas interligações, serão construídas caixas de alvenaria de um tipo de espessura, assentes sobre laje de concreto.

### **7.3.10 - Estruturas de Lançamento**

As estruturas de lançamentos são implantadas no final da rede coletora principal as margens dos córregos ou fundo do vale.

Serão estruturas formadas por gabiões e colchões reno assentados em camada de lastro de concreto e pedras de mão e obedecerá o projeto padrão da PREFEITURA.

Na estrutura de lançamento está previsto um dissipador de energia, estes elementos servirão para proteger a tubulação e impedir a erosão.

### **7.3.11 - Redes de Água Pluviais**

Serão colocadas no eixo das vias, aproveitando as características da topografia.

O número de redes receptoras serão de tal maneira que constituam solução econômica, tanto na escolha do diâmetro da tubulação como na facilidade de construção desta.

## **7.4 – Critérios para Execução dos Serviços de G.A.P**

- Locação com piqueteamento de 20 em 20 metros, pelo eixo da via, do PV inicial até a posição onde deverá se situar a estrutura de lançamento (inclusive dos PVs).
- A galeria só poderá ser construída fora do eixo da via se o projeto assim o especificar ou por deliberação da PREFEITURA.

- O poço de visita (PV) no cruzamento de duas ruas deverá se situar na intersecção do eixo de ambas, mesmo quando no projeto constar um valor inteiro em metros para aquele trecho.
- Nivelamento da rede locada, devendo a estaca zero (0) situar-se no PV inicial de cada rede (principal ou secundária).
- Deverão ser deixados piquetes de referência de nível (RN) fora da rede, a cada três PVs locados.
- As estruturas de lançamentos são implantadas no final da rede coletora principal as margens dos córregos ou fundo de vale, observando as cotas de cheia máxima. Serão em gabião, conforme exigência da fiscalização e obedecerá ao projeto aprovado pelo órgão competente.
- Na estrutura de lançamento está previsto um dissipador de energia, estes elementos servirão para proteger a tubulação e impedir as erosões.
- Elaboração do perfil da rede a ser construída, nas escalas  $v = 1/100$  e  $H = 1/1.000$ .
- Reestruturamento dos diversos trechos da rede, com base nas cotas obtidas no terreno (um trecho da rede, que no ante-projeto tenha declividade, por exemplo, de 2,0% poderá ter este valor alterado: 1,9%, 2,2% etc.). Enviar cópia à PREFEITURA.
- Lançamento do greide da rede (no perfil) e cálculo da nota de projeto para cada estaca e poço de visita.
- Cálculo da Nota de Serviço de Esgoto Pluvial, devendo ser emitida 02 (duas) vias à PREFEITURA.
- No cálculo da Nota de Serviço deverão ser obedecidas as normas para cálculo da largura do fundo e boca da vala. Deverão ser obedecidas ainda as normas para cálculo do volume.
- Deverá ser marcado em cada estaca, o valor do corte naquele ponto. O piquete deverá ser preservado deixando-se um “tamanco de terra” ao se efetuar a escavação.
- A marcação do valor do corte deverá ser feita numa “estaca-testemunha” cravada junto ao piquete.

- Após a conclusão de cada PV e ramal a posição do mesmo deverá ser amarrada a um referencial fixo existente nas proximidades (poste da CELG, canto de quadra, etc.).

## 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, 05 de outubro de 2021.



---

RESP. TÉCNICO: AMANDA SOARES DE SOUZA FREITAS  
CREA: 1018305246/D-GO