

**MEMORIAL DESCRITIVO E CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

**PROJETO EXECUTIVO**  
**PAVIMENTAÇÃO DA RUA TIRIBA**

Bombinhas/SC

**JUNHO DE 2020**

Emissão inicial

**MEMORIAL DESCRITIVO E**  
**CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>DESCRIÇÃO DA PROPOSTA.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>CONCEPÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA .....</b>	<b>4</b>
3.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	4
3.2	DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA.....	5
3.3	MAPEAMENTO DAS ÁREAS CRÍTICAS .....	5
<b>4</b>	<b>ESTUDO HIDROLÓGICO .....</b>	<b>5</b>
	MEMORIAL DE CÁLCULO HIDRÁULICO .....	8
	DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE PROJETO – MÉTODO RACIONAL.....	8
	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO – C.....	9
	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO - TC .....	10
	PERÍODO DE RETORNO – T.....	11
	INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO - I.....	11
	ÁREA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO - A.....	12
	CÁLCULO HIDRÁULICO.....	12
<b>5</b>	<b>MEMORIAL DE DIMENSIONAMENTO DA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA .....</b>	<b>13</b>
5.1	CAPACIDADE DE SUPORTE DO SUBLEITO.....	13
5.2	CARACTERIZAÇÃO DO TRÁFEGO .....	14
5.3	DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO EM CBUQ.....	14
5.4	REVESTIMENTO .....	17
5.5	CAMADA DE BASE .....	17
5.6	REFORÇO COM RACHÃO.....	18
5.7	RESUMO DA ESTRUTURA DO PAVIMENTO FLEXÍVEL.....	18
<b>6</b>	<b>MEMORIAL DE DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DA TUBULAÇÃO .....</b>	<b>18</b>
6.1	DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DA TUBULAÇÃO .....	18
<b>7</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE SERVIÇOS .....</b>	<b>25</b>
7.1	SERVIÇOS PRELIMINARES .....	25
7.1.1	<i>Aluguel de Contêineres .....</i>	<i>25</i>
7.1.2	<i>Placa de Obra .....</i>	<i>25</i>
7.1.3	<i>Sinalização de trânsito e segurança da obra .....</i>	<i>26</i>
7.2	REMOÇÕES E DEMOLIÇÕES .....	27

7.3	DRENAGEM PLUVIAL.....	27
7.3.1	<i>Locação da rede drenagem.....</i>	27
7.3.2	<i>Movimentação de terra.....</i>	30
7.3.3	<i>Bocas-de-lobo.....</i>	31
7.3.4	<i>Caixas de Passagem e Poços de Visita.....</i>	32
7.3.5	<i>Tubulação de concreto.....</i>	33
7.4	PAVIMENTAÇÃO.....	34
7.4.1	<i>Locação da pavimentação.....</i>	34
7.4.2	<i>Meio-fio e guias de confinamento.....</i>	34
7.4.3	<i>Regularização e compactação de subleito.....</i>	36
7.4.4	<i>Sub-base com Rachão.....</i>	36
7.4.5	<i>Camada de Base de Brita Graduada.....</i>	41
7.4.6	<i>Imprimação.....</i>	42
7.4.7	<i>Pintura de ligação.....</i>	43
7.4.8	<i>Fornecimento e execução de CBUQ.....</i>	44
7.5	PASSEIOS EM PAVER.....	48
7.6	SINALIZAÇÃO VIÁRIA.....	50
7.6.1	<i>Sinalização horizontal.....</i>	50
7.6.2	<i>Sinalização vertical.....</i>	52

## **1 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA**

O projeto de pavimentação da Rua Canário propõe otimizar a infraestrutura desta via de conexão entre as Avenidas Leopoldo Zarlino e a Avenida Fragatas atualmente em obras. Estão previstas obras de pavimentação, drenagem pluvial, execução de ciclofaixa, ampliação de largura de passeio com acessibilidade e sinalização viária, servindo a mobilidade urbana e principalmente ao sistema de transporte coletivo urbano. A via totaliza **178,50** metros de extensão.

## **2 CONCEPÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

Com base no levantamento topográfico, o projeto geométrico foi definido levando em conta as condições do local e as soluções para a drenagem, visando solucionar os problemas de existentes, a disponibilidade de áreas públicas, declividades e interligação com o sistema viário existente.

A seção da via urbana foi adotada de acordo com a classificação da via definida pela Secretaria do Planejamento do Município de Bombinhas.

Para os raios de concordância das esquinas, por não constarem nas diretrizes do Plano Diretor do Município de Bombinhas adotou-se um raio que melhor se adaptasse em cada concordância, respeitando este intervalo e levando em conta aspectos como ângulo entre os eixos das vias e muros já existentes.

A seção da via do ponto de vista urbanístico:

- Caixa Média da Via: 11,20 metros
- Caixa de Rolamento: 1 pistas de 5,00 metros
- Estacionamento: 2,20 metros quando em paralelo.
- Passeios: média de 2,0 metros de largura (mínimo 1,20m)

## **3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA**

### **3.1 Características Físicas**

O sistema de drenagem é composto basicamente por tubulações de concreto que se encontram assoreadas, subdimensionadas e com uma seção hidráulica reduzida, com uma saída desaguardando diretamente praia de Bombas e outra interligando com a vala de drenagem da Avenida Fragata, atualmente em obra de canalização.

Em função da característica de urbanização do local, da incompatibilidade da rede de microdrenagem existente, insuficiência de bocas de lobo, redes assoreadas e muito subdimensionadas no período de ocorrência de chuvas intensas ocorre a inundação e o escoamento complementa-se superficialmente pelo sistema viário e terrenos privados.

Desta forma, o projeto executivo do sistema de drenagem prevê a reconstrução total das bocas de lobos, caixas e rede de drenagem principal da Rua Canário, sendo dimensionada corretamente para atender a contribuição local e todas as contribuições existentes ou futuras das ruas paralelas. Além disso, o projeto prevê manutenção das interligações existentes, bem como os pontos de deságue.

### **3.2 Delimitação da Bacia Hidrográfica**

A bacia hidrográfica foi delimitada com o auxílio de arquivos de geoprocessamento fornecidos pela prefeitura, imagens de satélite e levantamento topográfico cadastral e ruas laterais realizados previamente a elaboração do projeto executivo.

As delimitações das bacias de contribuição nas áreas não urbanizadas são determinadas a partir dos arruamentos existentes ou projetados, considerando as ligações atuais e futuras de microdrenagem, prevendo ligações de esperas.

### **3.3 Mapeamento das áreas críticas**

Foram realizadas inspeções de campo, no sentido de observar a situação da drenagem existente e as condições atuais de ocupação da microbacia com o propósito de identificar as áreas afetadas.

A região baixa e urbanizada foi afetada pelas últimas chuvas intensas, sendo que as áreas localizadas nas partes mais baixas da Rua Canário são constantemente alagadas com as chuvas, devido a sua baixa capacidade de vazão do sistema de drenagem existente.

Os principais efeitos considerados nas áreas que apresentam problemas de drenagem foram a interrupção do sistema viário, seguidos de alagamentos de residências e comércio.

## **4 ESTUDO HIDROLÓGICO**

O estudo hidrológico tem o objetivo de fornecer os subsídios necessários a definição dos elementos que permitem o dimensionamento das obras de arte correntes e dispositivos de drenagem.

A drenagem urbana não se restringe aos aspectos puramente técnicos impostos pelos limites restritos à engenharia, pois compreende o conjunto de todas as medidas a serem tomadas que visem à atenuação dos riscos e dos prejuízos decorrentes de inundações aos quais a sociedade está sujeita.

O caminho percorrido pela água da chuva sobre uma superfície após a implantação de loteamentos faz com que, por vezes, o percurso caótico das enxurradas passe a ser determinado pelo traçado das ruas e acaba se comportando, tanto quantitativa como qualitativamente, de maneira bem diferente de seu comportamento original.

As torrentes originadas pela precipitação direta sobre as vias públicas desembocarão nos bueiros situados nas sarjetas. Estas torrentes (somadas à água da rede pública proveniente dos coletores localizados nos pátios e das calhas situadas nos topos das edificações) serão escoadas pelas

tubulações que alimentarão os condutos secundários, a partir do qual atingirão o fundo do vale, onde o escoamento deveria ser topograficamente bem definido.

O escoamento no fundo do vale é o que determina o chamado Sistema de Macrodrenagem. O sistema responsável pela captação da água pluvial e sua condução até o sistema de Macrodrenagem é denominado Sistema de Microdrenagem.

De uma maneira geral, as águas decorrentes da chuva (coletadas nas vias públicas por meio de bocas-de-lobo e descarregadas em condutos subterrâneos) são lançadas em cursos d'água naturais. No presente estudo a escolha do destino da água pluvial foi feita segundo critérios éticos e econômicos, após análise cuidadosa e criteriosa das opções existentes.

De qualquer maneira, é recomendável que o sistema de drenagem seja tal que o percurso da água entre sua origem e seu destino seja o mínimo possível. Além disso, é conveniente que esta água seja escoada por gravidade.

Dentre os diversos fatores decisórios que influenciam de maneira determinante a eficiência com que os problemas relacionados à drenagem urbana podem ser resolvidos, destacam-se a existência de:

- 1) Meios legais e institucionais para que se possa elaborar uma política factível de drenagem urbana;
- 2) Uma política de ocupação das várzeas de inundação, que não entre em conflito com esta política de drenagem urbana;
- 3) Recursos financeiros e meios técnicos que possam tornar viável a aplicação desta política;
- 4) Empresas que dominem eficientemente as tecnologias necessárias e que possam se encarregar da implantação das obras;
- 5) Entidades capazes de desenvolver as atividades de comunicação social e promover a participação coletiva;
- 6) Organismos que possam estabelecer critérios e aplicar leis e normas com relação ao setor.

Há, além disso, a necessidade de que as realidades complexas de longo prazo em toda a bacia sejam levadas em consideração durante o processo de planejamento das medidas locais de curto e médio prazo.

#### **a) Escoamentos em Superfícies**

Prevalecem em bacias diminutas e são constituídos de lâminas que escoam à baixa velocidade sobre planos. Dependem, sobretudo, da intensidade da chuva e da rugosidade e declividade da superfície. A extensão deste tipo de escoamento é raramente superior a 100 metros.

#### **b) Escoamentos em Canais**

As velocidades são ainda mais altas, pois este tipo de escoamento ocorre em bacias que tiveram suas condições primitivas modificadas por obras de drenagem, de maneira significativa.

A drenagem de vias urbanas não se restringe aos aspectos puramente técnicos impostos pelos limites restritos à engenharia, pois compreende o conjunto de todas as medidas a serem tomadas que visem à atenuação dos riscos e dos prejuízos, decorrentes de inundações, aos quais a sociedade está sujeita. Este tipo de drenagem conta com os seguintes dispositivos:

As bocas de lobo são elementos de extrema importância nas drenagens urbanas. Elas são responsáveis por captar toda a água precipitada na via, além de reter as partículas que não devem ser conduzidas a tubulação principal. É por isso que é fundamental que estas sejam bem posicionadas e bem executadas, de modo que não se tornem dispositivos inativos. A correta execução consiste em prover as declividades corretas para que estas possam receber as águas precipitadas, por meio das guias-chapéu.

A função do meio fio, como dispositivo de drenagem, é conduzir as águas que recebe por meio do abaulamento da via, até os dispositivos de captação, que no caso, são as bocas de lobo. Os meios-fios devem ter altura suficiente para que a água não alcance o passeio, comprometendo o caminho dos pedestres. Foi adotado o meio fio tipo sarjeta.

A tubulação de concreto é a maneira mais comum de conduzir as águas até seu destino final, os rios. No presente projeto as tubulações devem ser assentadas sobre um berço de areia, cuja altura varia com o diâmetro, conforme detalhe em prancha, com o auxílio de um pranchão de madeira.

As caixas de ligação e passagem localizam-se onde houver necessidade de mudanças de dimensão, declividade, direção ou cotas de instalação de um bueiro e ainda em lugares para os quais concorra mais de um bueiro.

A boca para bueiros é uma contenção lateral da boca de um bueiro que serve para conter o aterro, evitar erosão, captar e direcionar o escoamento das águas. Também chamada de “Ala de bueiros”.

No projeto foram previstas boca de lobo localizadas junto ao meio-fio longitudinalmente à via com espaçamentos calculados de acordo com o comprimento crítico da sarjeta formada entre o pavimento e o meio-fio, para que não haja o transbordamento. As ligações entre as bocas de lobo e/ou caixas de ligação e passagem foram efetuadas com tubulação de concreto 30 cm.

A galeria principal foi dimensionada em função da área de contribuição. A vazão hidrológica foi calculada pelo método racional.

A altura das caixas do sistema pluvial é decorrente da profundidade das galerias, sendo estas projetadas sob a calçada e de forma a manter-se uma cobertura mínima de aterro conforme o dimensionamento estrutura I da tubulação.

A vazão de contribuição do sistema pluvial foi calculada pelo Método Racional conforme mencionado acima, adotando-se para o tempo de concentração a duração de 10 minutos em cada início de galeria. Os tempos subsequentes foram obtidos somando-se o tempo de escoamento no trecho precedente.

O dimensionamento das galerias foi efetuado pela Equação da Continuidade associada à fórmula de velocidade de Manning, adotando-se para a velocidade os limites mínimo e máximo de 0,75 e 8,0 m/s (conforme o Manual de drenagem da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte). As equações desta

metodologia constam no Estudo Hidrológico e é a mesma utilizada no dimensionamento dos dispositivos de drenagem superficial, mantendo-se as peculiaridades dos sistemas.

### **Memorial de cálculo hidráulico**

Com o acelerado crescimento urbano, tornou-se cada vez mais necessário o planejamento adequado do destino final das águas de chuvas. Esse planejamento se deve ao fato dos constantes problemas verificados nos locais onde não houve essa preocupação. São comuns os problemas de alagamento, pelo estrangulamento da vazão das águas, normalmente causado pelo entupimento ou assoreamento de valas, galerias e rios, ou então por subdimensionamento dos mesmos.

Fica claro, portanto, a necessidade de um planejamento no uso de micro e macro bacias hidrográficas, onde está inserido o dimensionamento dos locais de escoamento das águas pluviais.

Na rua a ser pavimentada está sendo prevista a instalação de uma nova rede de drenagem pluvial ao longo da rua, podendo ser composta por tubulação de D=40, 60 e 80. Bocas de lobo coletoras estarão ligadas a esta rede principal por tubulação de D=30 cm.

Bocas de lobo, se existentes, serão removidos e instalados novos modelos conforme o projeto. As tubulações que eventualmente forem encontradas durante a execução das obras, deverão ser removidas e substituídas com o objetivo de atender plenamente novas vazões de projeto.

### **Determinação da vazão de projeto – método racional**

Consiste o Método Racional no cálculo da descarga máxima de uma enchente de projeto por uma expressão muito simples, relacionando o valor desta descarga com a área da bacia e a intensidade da chuva através de uma expressão extremamente simples e facilmente compreensiva.

Entretanto, por sua simplicidade, o método exige a definição de um único parâmetro expressando o comportamento da área na formação do deflúvio, conseqüentemente reunindo todas as incertezas dos diversos fatores que interferem neste parâmetro, conhecido como coeficiente de deflúvio.

O coeficiente de deflúvio representa essencialmente a relação entre a vazão e a precipitação que lhe deu origem, o que envolve além do volume da precipitação vertida, a avaliação do efeito da variação da intensidade da chuva e das perdas por retenção e infiltração do solo durante a tempestade de projeto.

Contudo, por sua extraordinária facilidade de cálculo, esta expressão é, dentre todos os métodos de avaliação de descargas de projeto para os sistemas de drenagem, aquele que é utilizado com maior frequência, não só no Brasil, mas em todo o mundo, principalmente nas bacias de pequeno porte ou em áreas urbanas.

No estabelecimento do valor da descarga pelo Método Racional, admite-se que a precipitação sobre a área é constante e uniformemente distribuída sobre a superfície da bacia. Para considerar que todos os pontos da bacia contribuem na formação do deflúvio é estabelecido que a duração de chuva deve ser igual ou maior que o seu tempo de concentração e, como a intensidade da chuva decresce com

o aumento da duração, a descarga máxima resulta de uma chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia.

Nesse caso, a descarga máxima  $Q$  é dada pelo produto da área da bacia  $A$ , pela intensidade da precipitação  $i$ , com duração igual ao tempo de concentração,  $t_c$ , multiplicado pelo coeficiente de deflúvio  $C$ .

$$Q = \frac{C * i * A}{3,6}$$

$Q$  = descarga máxima, em  $m^3/s$ ;

$C$  = coeficiente de deflúvio;

$i$  = intensidade da chuva definida, em  $mm/h$ ; e

$A$  = área da bacia hidrográfica, em  $km^2$ .

#### **Coeficiente de deflúvio – C**

Do volume precipitado sobre a bacia, apenas uma parcela atinge a seção de vazão sob a forma de escoamento superficial. Isto porque parte é interceptada, ou umedece o solo, preenche as depressões ou infiltra rumo a depósitos subterrâneos.

O volume escoado é, então, um resíduo do volume precipitado e a relação entre os dois é o que se denomina, geralmente, coeficiente de deflúvio ou de escoamento superficial. Assim, o coeficiente de escoamento superficial ou deflúvio ( $C$ ), de acordo com o revestimento da superfície ou de acordo com a ocupação da área.

Para aplicação em drenagem urbana e chuva de 5 a 10 anos de tempo de recorrência, reproduzem-se em seguida as Tabelas a seguir representa os coeficientes de escoamento superficial ou run-off.

Coeficiente de Escoamento Superficial / Run-Off

DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DAS BACIAS TRIBUTÁRIAS	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO "C"
<b>Comércio:</b>	
Áreas Centrais	0,70 a 0,95
Áreas da periferia do centro	0,50 a 0,70
<b>Residencial:</b>	
Áreas de uma única família	0,30 a 0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40 a 0,60
Multi-unidades, ligadas	0,60 a 0,75
Residencial (suburbana)	0,25 a 0,40
Área de apartamentos	0,50 a 0,70
<b>Industrial:</b>	
Áreas leves	0,50 a 0,80
Áreas densas	0,60 a 0,90
Parques, cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátio e espaço de serviços de estrada de ferro	0,20 a 0,40
Terrenos baldios	0,10 a 0,30

FONTE: MANUAL DE HIDROLOGIA BÁSICA PARA ESTRUTURAS DE DRENAGEM (2005)

Valor médio adotado para o dimensionamento da microdrenagem C = 0,70 nas áreas urbanizadas e 0,15 nas áreas vegetadas.

### **Tempo de concentração - TC**

Definido como sendo o tempo que leva uma gota d'água teórica para ir do ponto mais afastado da bacia até o ponto de projeto considerado.

$$TC = TE + TP$$

Onde :

te = tempo de entrada, como se trata de pequenas bacias adotaremos o valor de 10,0 min

tp = tempo de percurso, calculado pela fórmula

$$tp = L / 60 \cdot V \text{ (min)}$$

L = comprimento do trecho de galeria

V = velocidade média (m/s)

### **Período de retorno – T**

Para o projeto em questão são adotados os seguintes períodos de retorno:

Obras de drenagem urbana	10 anos
Bueiros e travessias	25 anos
Pontes	100 anos

Segundo o manual de Diretrizes Básicas para o Projeto de Drenagem Urbana do Município de Nossa Senhora das Graças, o “Sistema Inicial de Drenagem ou Coletor de Águas Pluviais, é aquele composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e, também, canais de pequenas dimensões. Esse sistema é dimensionado para o escoamento de vazões de 2 a 10 anos de período de retorno. Quando bem projetado, e com manutenção adequada, praticamente elimina as inconveniências ou as interrupções das atividades urbanas que advêm das inundações e das interferências de enxurradas”.

Desta forma, o sistema de drenagem foi projetado para um período de retorno de 10 anos.

A determinação do período de retorno varia com a segurança que se deseja dar ao projeto e define-se como sendo o número médio de anos em que uma precipitação é igualada ou excedida.

### **Intensidade de precipitação - i**

É a quantidade de chuva por unidade de tempo para um período de recorrência e duração prevista. Sua determinação, em geral, é feita através da análise de curvas que relacionam intensidade/duração/freqüência, elaborada a partir de dados pluviométricos, anotados ao longo de vários anos de observações, que antecedem ao período de determinação de cada chuva.

Para localidades onde ainda não foi definida ou estudada a relação citada, o procedimento prático é adotar-se, com as devidas reservas, equações já determinadas para regiões similares climatologicamente.

Foi utilizada a seguinte equação de chuvas, que utiliza parâmetros obtidos para a cidade de Florianópolis, por se entender que esta possui características climatológicas muito semelhantes ao local de implantação do empreendimento.

$$i = \frac{(1625,50 \times T^{0,23})}{(t + 33)^{0,82}}$$

Onde:

i = intensidade média de precipitação em mm/h;

t = tempo de duração da chuva em minutos;

T = período de retorno em anos.

### **Área da bacia de contribuição - A**

A área é o elemento que se determina mais precisamente, pois a única limitação é de ordem econômica. Pode-se a qualquer instante efetuar um levantamento preciso e obter a superfície desejada. Normalmente, utilizam-se mapas ou fotografias aéreas para essa finalidade, com suficiente grau de aproximação.

No estudo em questão, a área foi delimitada com base no levantamento topográfico do projeto, delimitando-se as áreas de contribuição de cada trecho, considerando a parcela de contribuição da via mais a parcela de contribuição dos terrenos diretamente conectado (delimitada com o uso de imagens de satélite).

### **Cálculo hidráulico**

O cálculo da seção leva em consideração, como critério básico, a capacidade extravasora dos coletores de drenagem, utilizando planilhas eletrônicas com dados e resultados obtidos no dimensionamento.

## **5 MEMORIAL DE DIMENSIONAMENTO DA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA**

O objetivo deste documento é apresentar as diretrizes utilizadas no dimensionamento do pavimento flexível projetado para a Rua Canário, no município de Bombinhas-SC.

Dimensionar um pavimento significa determinar as espessuras das camadas que o constituem de forma que estas camadas (reforço do subleito, sub-base, base e revestimento) resistam e transmitam ao subleito as pressões impostas pelo tráfego, sem levar o pavimento à ruptura ou a deformações e a desgastes excessivos.

Os métodos empíricos de dimensionamento têm como base o método CBR.

O processo do DNIT roteiriza o dimensionamento de pavimentos flexíveis em função dos seguintes fatores:

- Capacidade do subleito (CBR) e índice de grupo IG;
- Número equivalente de operações do eixo padrão (N) e
- Espessura total do pavimento durante um período de projeto.

Com base na espessura total determinam-se as espessuras das camadas constituintes, multiplicando-se as espessuras obtidas para o material padrão (base granular) pelos coeficientes estruturais parciais correspondentes a cada tipo de material.

### **5.1 Capacidade de suporte do subleito**

Para uma avaliação precisa da capacidade de suporte do subleito e dos materiais que irão compor as camadas do pavimento. Tradicionalmente, utiliza-se o *ensaio de suporte califórnia*, que fornece o *índice de suporte califórnia* (ISC), indicado comumente pelas letras CBR (*California Bearing Ratio*).

A natureza do solo pode ser avaliada com o auxílio de um especialista e a sua capacidade de suporte estimada pela tabela a seguir (Packard, 1976).

Tipo de Solo	Resistência do subleito	CBR (%)
Siltes e argila de alta compressibilidade e densidade natural.	Baixa	<2
Siltes e argilas de alta compressibilidade, compactados. Siltes e argilas de baixa compressibilidade. Siltes e argilas arenosas, siltes e argilas pedregulhosos e areias de graduação pobre.	Média	3
Solos granulares, areias bem graduadas e misturas de areia-pedregulho relativamente livres de plásticos finos.	Alta	10

Relação entre o tipo de solo e a capacidade de suporte estimada

O perfil litológico da via mostra uma grande variabilidade de valores de CBR no trecho. Também é possível a presença de material essencialmente arenoso e bem compactado ao longo da via. Contudo, após a remoção do pavimento existente e as escavações para implantação da rede de esgoto e rede de drenagem pluvial haverá uma redução significativa neste grau de compactação, podendo comprometer as características apresentadas na tabela acima.

Desta forma o material arenoso existente ao longo de todo o subleito da Rua Canário, após compactado dará o suporte pavimento projetado. Por questões de uniformidade do projeto de pavimento e considerando as possíveis alterações no subleito existente após escavações, será considerado o CBR de 10% para o dimensionamento do pavimento, seguindo as recomendações de Packard (1976), levando em consideração o tipo do solo local.

## **5.2 Caracterização do tráfego**

De acordo com o Plano Diretor do Município, a via está classificada como arterial, ou seja, via destinada a atender com prioridade ao tráfego de passagem e entrada na cidade e secundariamente ao local, servindo médios a altos volumes de tráfego. O Quadro abaixo resumirá os principais parâmetros da classificação desta via.

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial da faixa		N	N <sub>característico</sub>
			Veículo leve	Caminhões e ônibus		
Via arterial	Médio / Alto	10 anos	401 a 1500	21 a 100	1,4x10 <sup>5</sup> a 6,8x10 <sup>5</sup>	5 x 10 <sup>5</sup>

(adaptado de SIURB/PMSP)

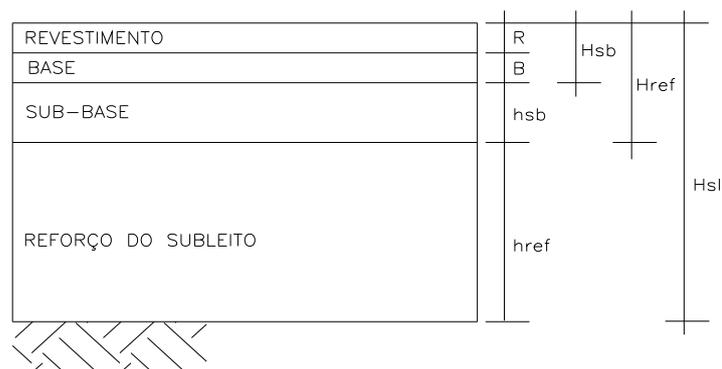
No presente método de dimensionamento, foi considerado que a carga máxima legal para o eixo simples de rodas duplas no Brasil é de 10 toneladas por eixo simples de rodagem dupla (100 kN/ESRD).

## **5.3 Dimensionamento da estrutura do pavimento em CBUQ**

A espessura do pavimento a ser construído sobre o subleito será calculada de acordo com o presente procedimento, em função do suporte (CBR) representativo de suas camadas.

O tráfego (N) a ser utilizado no dimensionamento será de 5 x 10<sup>5</sup> solicitações.

O dimensionamento será feito sequência abaixo:



Esquema de cálculo

Uma vez determinada a espessura total do pavimento (HSL), em termos de material granular, e fixada a espessura do revestimento (R), procede-se ao dimensionamento das espessuras das demais camadas, ou seja, da base, sub-base e do reforço do subleito, levando em conta os materiais disponíveis para cada uma delas, seus coeficientes de equivalência estrutural e suas capacidades de suporte, traduzidas pelos respectivos CBR.

As espessuras da base (B), sub-base (hSB) e do reforço do subleito (hREF) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{SB}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{SB} \times K_{SB} \geq H_{REF}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{SB} \times K_{SB} + h_{REF} \times K_{REF} \geq H_{SL}$$

onde:

KR, KB, KSB, KREF representam os coeficientes estruturais do revestimento, da base, da sub-base e do reforço do subleito, respectivamente; HSB, HREF e HSL são as espessuras em termos de material granular.

Definido o tipo de tráfego do pavimento e determinado o suporte representativo do subleito, a espessura total básica do pavimento (HSL), em termos de material granular, será fixada de acordo com o ábaco a seguir:

A espessura total básica do pavimento (Hsl), em termos de material granular, será fixada de acordo com o ábaco a seguir:

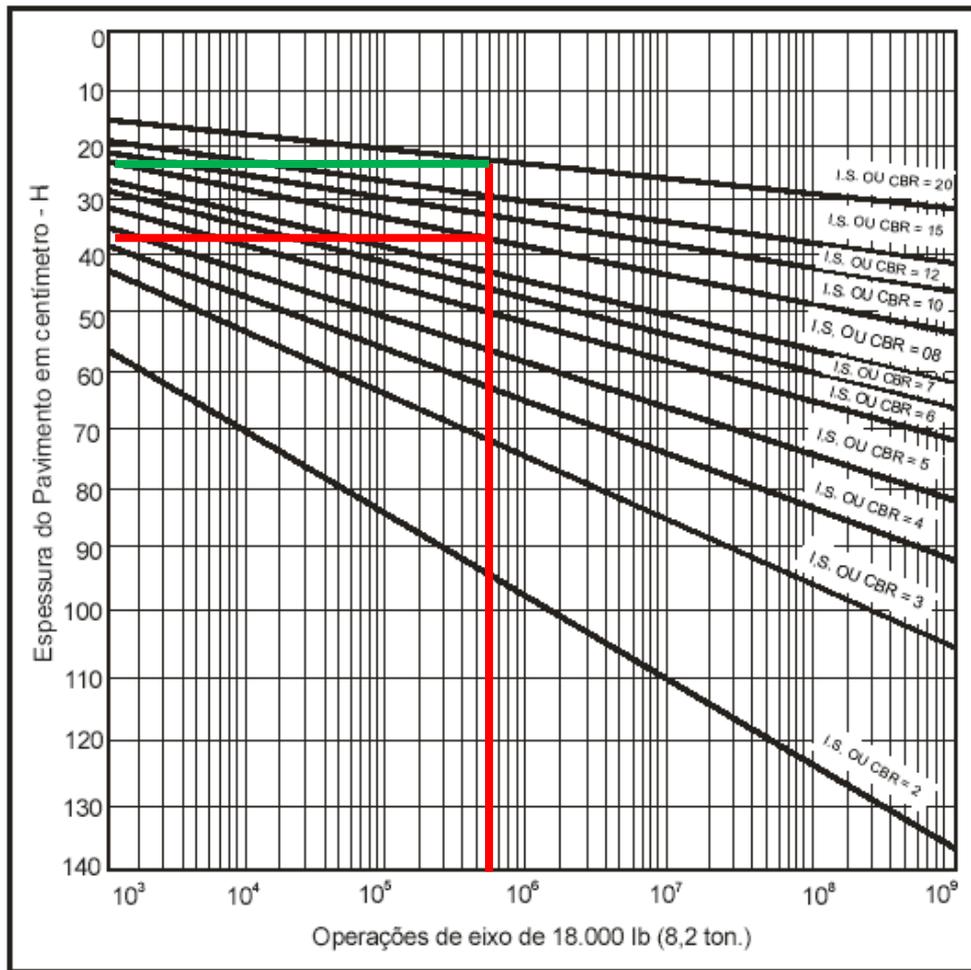
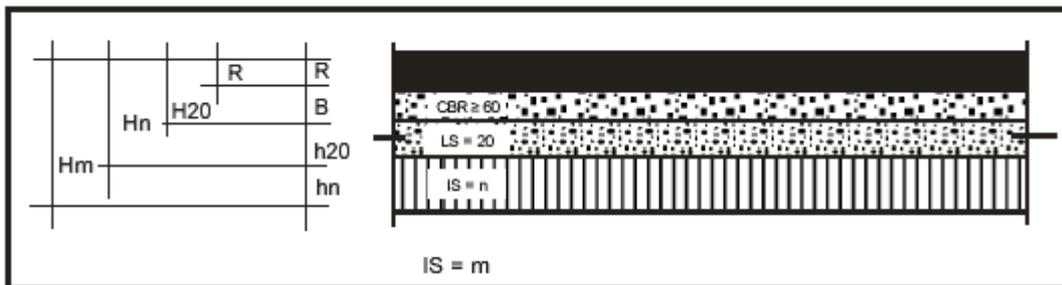


Figura 1 - Ábaco de dimensionamento (fonte: DNIT)

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



A partir do  $N_{\text{característico}}$  e do CBR do subleito, temos a espessura total do pavimento.

$$H_m \geq 38 \text{ cm.}$$

Coefficientes de equivalência estrutural para alguns materiais

Componentes dos pavimentos	Coefficiente de equivalência estrutural (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	0,77 a 1,00
Sub-base granular	0,77 a 1,00
Reforço do subleito	0,50 a 1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias superior a 45kgf/cm <sup>2</sup>	1,70
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45kgf/cm <sup>2</sup> e 28kgf/cm <sup>2</sup>	1,40
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28kgf/cm <sup>2</sup> e 21kgf/cm <sup>2</sup>	1,20
Bases de Solo-cal	1,20

#### 5.4 Revestimento

Será adotado com revestimento camada de **CBUQ com 6 cm de espessura**.

$K_R = 2,00$ .

#### 5.5 Camada de Base

Será considerado como reforço de subleito (rachão para a camada imediatamente inferior a base) o material de com CBR  $\geq 20\%$

Assim, a partir do N característico e do CBR do reforço do subleito, temos a espessura da camada acima do reforço (Base + revestimento).

$$H_n \geq 22 \text{ cm}$$

Como camada de base será adotada brita graduada simples (BGS).  $K_B = 0,77$

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_n$$

$$6 \times 2 + B \times 0,77 \geq 22 \text{ cm}$$

$$B \geq 12,99 \text{ cm}$$

Adotaremos Base de Brita Graduada – **BG = 15cm**

## 5.6 Reforço com rachão

Será adotado como reforço de subleito material tipo pedra rachão com CBR  $\geq 20\%$   $K_s=0,77$

$$R \times K_R + B \times K_B + S \times K_S \geq H_{ex}$$

$$6 \times 2 + 15 \times 0,77 + S \times 0,77 \geq 38cm$$

$$S \geq 18,77cm$$

Adotaremos reforço do subleito a ser aplicado **R = 20 cm**

## 5.7 Resumo da estrutura do pavimento flexível

- Sub-base (reforço) com pedra rachão: e=20cm;
- Base de brita graduada: e=15cm;
- Revestimento com CBUQ: e=6cm

# 6 MEMORIAL DE DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DA TUBULAÇÃO

## 6.1 Dimensionamento estrutural da tubulação

No dimensionamento estrutural da tubulação da rede de drenagem pluvial serão apresentados os principais aspectos envolvidos para a determinação das cargas a que o tubo deve resistir e, conseqüentemente, da especificação da classe do tubo.

Os procedimentos para determinação da resultante das cargas verticais sobre os tubos e para determinação da força a que o tubo deve resistir, em ensaio padronizado, a partir de fatores de equivalência, que dependem principalmente das condições de assentamento do tubo tem como referência o manual do IBTS (Instituto Brasileiro de Tintas Soldadas) em parceria com a ABTC (Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto).

Nas situações definitivas, as ações consideradas são:

- a) carga do solo sobre o tubo, que depende do tipo de instalação;
- b) as cargas produzidas por sobrecargas de tráfego e
- c) empuxo lateral, que depende do tipo de instalação e do assentamento.

No caso de altura de terra  $h_s$  pequena pode ocorrer que as solicitações sejam críticas no coroamento do tubo. Entretanto, o procedimento apresentado parte de pressuposto que a região crítica é na base do tubo. Considerando que o coroamento passa a ser crítico, quando a força parcialmente distribuída (propagada até o plano horizontal, que passa pelo topo do tubo) se estende em um comprimento ao longo do eixo do tubo menor que seu diâmetro externo, pode-se determinar a altura de terra para este caso com a expressão:

$$h_{s,\text{lim}} = \frac{d_e - b}{1,4}$$

$$\phi 40 \rightarrow h_{s,\text{lim}} = \frac{49 - 20}{1,4} \cong 20\text{cm}$$

$$\phi 60 \rightarrow h_{s,\text{lim}} = \frac{72 - 20}{1,4} \cong 30\text{cm}$$

$$\phi 80 \rightarrow h_{s,\text{lim}} = \frac{94,4 - 20}{1,4} \cong 50\text{cm}$$

$$\phi 100 \rightarrow h_{s,\text{lim}} = \frac{116 - 20}{1,4} \cong 70\text{cm}$$

$$\phi 120 \rightarrow h_{s,\text{lim}} = \frac{142 - 20}{1,4} \cong 90\text{cm}$$

$$\phi 150 \rightarrow h_{s,\text{lim}} = \frac{168 - 20}{1,4} \cong 105\text{cm}$$

Assim, quando a altura de terra ( $h_s$ ) for maior que  $h_{s,\text{lim}}$ , vale a formulação apresentada.

Na determinação das pressões do solo sobre os tubos enterrados são necessários os seguintes parâmetros:

Tipo de solo considerado: solo saturado -  $k_\mu = k_\mu' = 0,15$  e  $\gamma = 19,2\text{kN/m}^3$ .

A expressão para o cálculo da resultante das cargas verticais sobre o conduto é:

$$q = C_v \times \gamma \times b_v^2 \quad (\text{kN} / \text{m})$$

$$C_v = \frac{1 - e^{-\alpha' \lambda_v}}{\alpha'}$$

$$\alpha' = 2k_\mu';$$

$$\lambda_v = h_s / b_v$$

Onde:

$\gamma$  = peso específico do solo de aterro,  $\text{kN/m}^3$ ;

$h_s$  = altura de terra sobre o plano que passa pelo topo do tubo (distância do topo do tubo até a superfície),m;

$b_v$  = largura da vala,m.

O efeito sobre os tubos de sobrecargas aplicadas na superfície é significativo para alturas de solo relativamente pequenas.

O efeito de sobrecargas na superfície é normalmente proveniente do tráfego sobre a superfície de rolamento. Este efeito depende de vários fatores, entre eles o tipo de pavimento. Os pavimentos flexíveis distribuem menos as forças aplicadas na superfície de rolamento.

Se for considerada, entre outros fatores, a existência de camadas de material mais rígido e o comportamento não-elástico dos materiais, a determinação das pressões sobre o tubo causadas por sobrecargas aplicadas na superfície torna-se bastante complexa.

Uma primeira simplificação seria considerar o solo como material elástico, homogêneo e isótropo. Outra simplificação será considerar que a pressão vertical, proveniente de forças aplicadas na superfície, se propague com um ângulo  $\varphi=35^\circ$  com a vertical.

Como sobrecarga aplicada será considerada a mesma força empregada no projeto de pontes Classe 30, na qual a base do sistema é um veículo tipo de 300 kN de peso total (50 kN/roda).

Considerando apenas o veículo-tipo, tem-se para a Classe 30 um conjunto de três eixos com duas rodas cada, o que resulta em seis rodas com o mesmo peso.

Será considerado o caso mais crítico, com o veículo trafegando na mesma direção do eixo da linha dos tubos. Considerando o efeito de três rodas alinhadas igualmente espaçadas de  $e$ , pode ocorrer uma superposição dos efeitos na direção do eixo da linha dos tubos a partir da profundidade:

$$h_{cl} = \frac{(e - a)}{1,4} = \frac{(1,5 - 0,2)}{1,4} = 0,93m$$

E uma superposição na direção perpendicular ao eixo da tubulação a partir da profundidade:

$$h_{ct} = \frac{c}{1,4} = \frac{(2,0 - 0,4)}{1,4} = 1,14m$$

$$c = d - b$$

onde

a = lado de contato da roda, 0,2m;

b = lado de contato da roda, 0,4m;

c = distância entre duas forças distribuídas de rodas de um mesmo eixo;

d = distância entre os centros das rodas de cada eixo, 2,00m;

e = distância entre eixos, 1,5m.

Sendo assim, temos:

$$h_s < h_{cl} \Rightarrow q_m = \frac{\varphi \times Q_r \times d_e}{t \times l_e}$$

Para:

$$h_{cl} < h_s < h_{ct} \Rightarrow q_m = \frac{\varphi \times 3Q_r \times d_e}{t \times l'_e}$$

Para:

$$h_s > h_{ct} \Rightarrow q_m = \frac{\varphi \times 6Q_r \times d_e}{t' \times l'_e}$$

Para:

$$l_e = 0,2 + 1,4 \times h_s + 1,05 \times d_e$$

$$l'_e = 3,2 + 1,4 \times h_s + 1,05 \times d_e$$

$$t = 0,4 + 1,4 \times h_s$$

$$t' = 2,3 + 1,4 \times h_s$$

Onde:

Qr = peso de cada roda, 50Kn;

de = diâmetro externo da tubulação.

φ = coeficiente de impacto para tráfego rodoviário, conforme tabela abaixo.

Coeficiente de impacto	
Altura de cobrimento h <sub>s</sub> (m)	(φ)
≤ 30	1,3
≤ 60	1,2
≤ 90	1,1
≥ 90	1,0

Tendo em vista a possibilidade da força distribuída q de multidão ser mais desfavorável, pode-se considerar um valor mínimo para verificação do dimensionamento de :

$$q_m = q \times d_e$$

onde

$$q = 5 \text{ kN/m}^2$$

Os fatores de equivalência, correspondem à relação entre o máximo momento fletor na base do tubo e o máximo momento fletor do ensaio de compressão diametral.

Este fator é utilizado para determinar a força de ensaio de compressão diametral que corresponde à resultante das cargas verticais, de forma a se ter os máximos momentos fletores iguais para as duas situações. Assim, dividindo a resultante das cargas verticais pelo fator de equivalência, obtém-se o valor da força do ensaio.

O assentamento dos tubos instalados em vala pode ser dividido conforme exposto a seguir:

a) Bases condenáveis ou Classe D são aquelas em que os tubos são assentados com pouco ou nenhum cuidado, não se tendo preparado o solo para que a parte inferior dos tubos repouse convenientemente, e deixando de encher os vazios do seu redor, ao menos parcialmente, com material granular - Fator de equivalência = 1,1.

b) Bases comuns ou Classe C são aquelas em que os tubos são colocados no fundo das valas, com cuidado ordinário, sobre fundação de terra conformada para adaptar-se, perfeitamente, à parte inferior dos tubos, em uma largura de no mínimo igual a 50% do diâmetro externo; sendo a parte restante envolvida, até uma altura de, pelo menos, 15 cm acima da geratriz superior daqueles, por material granular, colocado e socado a pá, de modo a preencher os vazios - Fator de equivalência= 1,5.

c) Bases de primeira classe ou Classe B são aquelas em que os tubos são completamente enterrados em vala e cuidadosamente assentes sobre materiais de granulação fina, propiciando uma fundação convenientemente conformada à parte inferior do tubo, em uma largura de pelo menos 60% do diâmetro externo. A superfície restante dos tubos é envolvida, inteiramente, até a altura mínima de 30 cm acima da sua geratriz superior, com materiais granulares colocados a mão, de modo a preencher todo o espaço periférico. O material de enchimento deve ser bem apiloado, em camadas de espessura não superior a 15 cm - Fator de equivalência = 1,9.

d) Bases de concreto ou Classe A são aquelas em que a face inferior dos tubos é assente num berço de concreto, com fck ≥ 15 MPa e cuja espessura, sob o tubo, deve ser no mínimo ¼ do diâmetro interno, e estendendo-se verticalmente, até 1/4 do diâmetro externo - Fator de equivalência = 2,25 a 3,4 (utilizado 2,8), dependendo do tipo de execução e da qualidade de compactação de enchimento.

A força correspondente ao ensaio de compressão diametral vale:

$$F_{ens} = \frac{(q + q_m)}{\alpha_{eq}} \times \gamma, \text{ onde:}$$

q – a resultante das cargas verticais dos solo;

q<sub>m</sub> – resultante das sobrecargas, em geral de tráfego, multiplicadas pelo coeficiente de impacto, quando for o caso;

α<sub>eq</sub> – fator de equivalência, conforme definido anteriormente, em função do tipo de base para assentamento.

Os coeficientes de segurança normalmente empregados são:

γ<sub>t</sub> = 1,0 para a carga de fissura (trinca);

γ<sub>r</sub> = 1,5 para a carga de ruptura.

A partir do valor da carga de fissura (trinca) e da carga de ruptura no ensaio de compressão diametral, pode-se especificar o tubo a partir da tabela abaixo com as classes dos tubos em função das forças.

Na especificação do tubo será adotada a classe correspondente à força igual ou superior àquela que resulta do cálculo, devendo atender tanto a carga mínima de fissura (trinca) como a carga mínima de ruptura.

Verificação das situações previstas em projeto:

#### Recobrimento Mínimo para berço em areia

Dados Gerais			Cargas produzidas pelo solo				Carga produzida pela sobrecarga (classe 30)		
Diâmetro da tubulação (cm)	Espessura da parede (m)	Recobrimento mínimo hs (m)	largura média da vala - bv (m)	hs/bv	Cv	q (kN/m)	Carga por roda - Qr (kN)	Coeficiente de impacto (φ)	qm (kN/m)
30	0,045	<b>0,40</b>	0,900	0,44	0,41	6,40	50	1,2	20,80
40	0,045	<b>0,45</b>	1,000	0,45	0,42	8,10	50	1,2	21,20
60	0,06	<b>0,45</b>	1,400	0,32	0,30	11,30	50	1,2	26,40

**ESTADO DE SANTA CATARINA**  
**Prefeitura Municipal de Bombinhas**

80	0,072	<b>0,50</b>	1,600	0,31	0,30	14,70	50	1,2	27,20
100	0,08	<b>0,80</b>	2,100	0,38	0,36	30,50	50	1,1	16,50

Força ensaio de compressão diametral				Verificações para Concreto Simples		Verificações para Concreto Armado		
fatores de equivalência para instalação em vala ( $\alpha$ )	Fens	Carga de fissura ( $\gamma=1,0$ )	Carga de ruptura ( $\gamma=1,5$ )	Verificação ruptura		Verificação fissura	Verificação Ruptura	Adotado
1,9	14,30	14,30	21,45	PS2		PA2	PA2	<b>PS2</b>
1,9	15,40	15,40	23,10	PS2		PA1	PA1	<b>PS2</b>
1,9	19,80	19,80	29,70	NA		PA1	PA1	<b>PA1</b>
1,9	22,10	22,10	33,15	NA		PA1	PA1	<b>PA1</b>
1,9	24,70	24,70	37,05	NA		PA1	PA2	<b>PA2</b>

**Recobrimento Máximo para berço em areia**

Dados Gerais			cargas produzidas pelo solo				carga produzida pela sobrecarga (classe 30)		
Diâmetro da tubulação (cm)	Espessura da parede (m)	Recobrimento máximo com berço de areia $h_s$ (m)	largura média da vala - $b_v$ (m)	$h_s/b_v$	$C_v$	$q$ (KN/m)	Carga por roda - $Q_r$ (kN)	Coefficiente de impacto ( $j$ )	$q_m$ (kN/m)
30	0,045	2,20	0,900	2,44	1,73	26,90	50	1	3,30
40	0,045	1,60	1,000	1,60	1,27	24,40	50	1	5,40
60	0,06	1,70	1,400	1,21	1,01	38,00	50	1	7,30
80	0,072	2,10	1,600	1,31	1,08	53,10	50	1	7,60
100	0,08	1,80	2,100	0,86	0,76	64,40	50	1	10,40

Força ensaio de compressão diametral				Verificações para Concreto Simples		Verificações para Concreto Armado		
fatores de equivalência para instalação em vala ( $\alpha$ )	Fens	Carga de fissura ( $g=1,0$ )	Carga de ruptura ( $g=1,5$ )	Verificação ruptura		Verificação fissura	Verificação Ruptura	Adotado
1,9	15,90	15,90	23,85	PS2		PA2	PA2	<b>PS2</b>
1,9	15,70	15,70	23,55	PS2		PA1	PA1	<b>PS2</b>
1,9	23,80	23,80	35,70	PS2		PA1	PA1	<b>PA1</b>
1,9	31,90	31,90	47,85	NA		PA1	PA1	<b>PA1</b>
1,9	39,40	39,40	59,10	NA		PA1	PA2	<b>PA2</b>

**ESTADO DE SANTA CATARINA**  
**Prefeitura Municipal de Bombinhas**

**Verificação para cobrimentos maiores utilizando berço em concreto**

Dados Gerais			Cargas produzidas pelo solo				Carga produzida pela sobrecarga (classe 30)		
Diâmetro da tubulação (cm)	Espessura da parede (m)	Recobrimento mínimo com concreto hs (m)	largura média da vala - bv (m)	hs/bv	Cv	q (kN/m)	Carga por roda - Qr (kN)	Coefficiente de impacto (j)	qm (kN/m)
30	0,045	2,30	0,900	2,56	1,78	27,70	50	1	3,10
40	0,045	1,70	1,000	1,70	1,33	25,50	50	1	5,20
60	0,06	1,80	1,400	1,29	1,07	40,30	50	1	6,90
80	0,072	2,20	1,600	1,38	1,13	55,50	50	1	7,20
100	0,08	1,90	2,100	0,90	0,79	66,90	50	1	9,90

Força ensaio de compressão diametral				Verificações para Concreto Simples	Verificações para Concreto Armado		
Fatores de equivalência para instalação em vala (a)	Fens	Carga de fissura (g=1,0)	Carga de ruptura (g=1,5)	Verificação ruptura	Verificação fissura	Verificação Ruptura	Adotado
2,8	11,00	11,00	16,50	PS2	PA2	PA2	<b>PS2</b>
2,8	11,00	11,00	16,50	PS2	PA1	PA1	<b>PS2</b>
2,8	16,90	16,90	25,35	NA	PA1	PA1	<b>PA1</b>
2,8	22,40	22,40	33,60	NA	PA1	PA1	<b>PA1</b>
2,8	27,40	27,40	41,10	NA	PA1	PA2	<b>PA2</b>

Para atender as diversas situações previstas em projeto, deverão ser seguidas as seguintes premissas:

Classificação dos tubos:

- 30 – PS2
- 40 – PS2
- 60 – PA1
- 80 – PA1
- 100 – PA2

Em todos os trechos, respeitados os recobrimentos mínimos da planilha de verificação (de acordo com o projeto) → utilizar pranchão de madeira e base de areia ( $\alpha_{eq} = 1,9$ ).

Nos trechos indicados em projeto, onde o recobrimento for maior que o permitido para berço de areia, deverá ser utilizado berço em concreto.

Havendo situações em obra divergentes do previsto em projeto, o projetista deverá ser consultado para proceder às verificações necessárias.

## **7 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE SERVIÇOS**

Este item tem por objetivo especificar a metodologia de execução dos serviços da obra. É de responsabilidade da empresa contratada a manutenção e a limpeza das obras e por onde os equipamentos e os caminhões trafegarem. Onde houver benfeitorias, será de responsabilidade da empresa contratada recompor o mesmo, a suas expensas, depois que o trecho tiver sido recebido pela fiscalização. É de responsabilidade da CONTRATADA qualquer tipo de dano que venha a ser causado a terceiros (inclusive danos a infraestruturas existentes) pela realização dos serviços contratados.

Quando houver chuvas contínuas ou casos específicos definidos pela fiscalização que impeçam a utilização dos equipamentos, os serviços deverão ser paralisados, sob pena de a empresa ser responsabilizada pelos acidentes que advirem do não atendimento dessa paralisação.

A contratada será responsável pela sinalização diurna e noturna do local onde estiver trabalhando, bem como a sinalização necessária ao desvio do trânsito (se necessário). Todo e qualquer acidente que venha a ocorrer por falha dessa sinalização será de responsabilidade da Empresa.

A contratada se empenhará em tornar mínima a interferência dos seus trabalhos com o trânsito de pedestres e de veículos, criando facilidades e meios que demonstrem esta preocupação. A FISCALIZAÇÃO participará da análise dos problemas previsíveis e das soluções a serem adotadas.

### **7.1 SERVIÇOS PRELIMINARES**

#### **7.1.1 Aluguel de Contêineres**

Os abrigos provisórios deverão abrigar o escritório da obra em formato de container de dimensões 2,20 x 6,20m (20 pés) em chapa de aço nervurado trapezoidal, com isolamento termo acústico e chassis reforçado com piso de compensado naval, inclusive instalações elétricas e hidrossanitárias.

O canteiro de obras deverá apresentar boas condições de segurança e limpeza, e ordenada circulação, nele se instalando depósitos e escritório, e onde serão mantidas as placas de identificação da obra, diário de obra, toda a documentação relativa aos serviços, na qual se incluem desenhos, especificações, contratos, cronogramas, etc.

O canteiro de obras deverá ser mantido limpo, removendo-se periodicamente lixo e entulhos.

#### **7.1.2 Placa de Obra**

A placa será destinada à identificação da obra, de acordo com o *Manual de Uso de Marcas do Governo Federal*, que regulamenta os modelos de placas e adesivos indicativos de obras financiadas por meio das operações de crédito contratadas pelos programas sob gestão ou administração, bem como aqueles de prestação de serviços contratados por instituições públicas e órgãos do Governo Federal.

A placa deverá ser confeccionada em lona para impressão digital, com gramatura mínima de 400g/m<sup>3</sup>, inclusive estrutura em metalon 20x20cm galvanizada e escoramento em madeira. A placa possuirá tamanho de 2,0 x 1,5m, sendo que o modelo, seu conteúdo, padrão de cores e tamanhos das letras ou símbolos deverão seguir as especificações apresentadas no manual, com orientação da FISCALIZAÇÃO. Deverá ser acrescentado junto a placa, identificação da prefeitura e o brasão do município.

A placa deverá ser fixada pela CONTRATADA em local visível a ser indicado pela FISCALIZAÇÃO, preferencialmente nos inícios do trecho de intervenção. Deverá ser mantida em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade dos padrões de cores, durante todo o período de execução das obras, substituindo-a ou recuperando-a quando verificado o seu desgaste ou precariedade, ou ainda por solicitação da FISCALIZAÇÃO.

### **7.1.3 Sinalização de trânsito e segurança da obra**

A Contratada deverá, durante a obra, tomar o necessário cuidado em todas as operações de uso de equipamentos, para proteger o público e para facilitar o tráfego. Nos locais onde os projetos exigirem que base, revestimento ou pavimento sejam construídos, deverão ser feitos numa faixa de cada vez e a faixa que não estiver sendo utilizada pelas obras deverá ser aberta ao tráfego de pedestres, sob controle, visando tão somente o acesso aos serviços locais.



Exemplos de equipamentos de sinalização de segurança da obra

A Contratada deverá fornecer sinalizadores, placas de orientação, cones de trânsito viário, tapume de PVC, baldes com iluminação para sinalização noturna e tudo mais que se julgar necessário como o objetivo de possibilitar passagem segura do tráfego e proteger os pedestres no local na obra.

## **7.2 REMOÇÕES E DEMOLIÇÕES**

Em toda a área de intervenção, os pavimentos e materiais constantes na planilha de quantitativos deverão ser removidos mecanicamente/manualmente para permitir as intervenções necessárias para implantação das obras.

Poderão ser empregados os seguintes equipamentos:

- a) marteletores e rompedores pneumáticos;
- b) compressores de ar;
- c) motoniveladora pesada com escarificador (quando for possível);
- d) retroescavadeiras e pás carregadeiras;
- e) ferramentas manuais: alavancas, picaretas, etc.

A execução compreenderá a completa demolição e remoção dos materiais, reduzindo-se as placas a tamanhos compatíveis, depositando-as em montes para o posterior carregamento.

Esta operação deverá ser executada de molde a evitar danos a infraestruturas existentes, etc.

O material retirado deverá ser transportado para bota-fora a ser definido pela fiscalização.

Os materiais reaproveitáveis, deverão ser carregados e transportados até local destinado pela Fiscalização (DMT até 1km).

Os materiais inservíveis removidos/demolidos deverão ter destinação adequada conforme plano de gerenciamento de resíduos a ser elaborado pela contratante e aprovado pela fiscalização.

Serão empregados caminhões-caixa convencionais, estando compreendida a carga e descarga manuais em local determinado pela fiscalização.

A medição dos volumes de demolição será obtida com base nos volumes geométricos efetivamente removidos, medidos no corte (estado natural). Para áreas e extensões através de medição direta do pavimento ou material a remover/demolir.

Os volumes assim medidos serão multiplicados pela percentagem de empolamento do material (50%) para se obter os volumes a serem pagos no transporte até o bota-fora.

Os serviços de remoções e demolições estão identificados no jogo de pranchas pela letra "RD", junto ao selo.

## **7.3 DRENAGEM PLUVIAL**

### **7.3.1 Locação da rede drenagem**

Esta especificação tem por objetivo fixar as condições e o método de execução dos serviços topográficos para locação e controle geométrico da obra.

A locação geral da obra deverá ser feita por profissionais experientes acompanhada de profissional legalmente habilitado, e será indicada no projeto compreendendo o eixo longitudinal e as referências de nível.

Todos os materiais para a locação (marcas, balizas, piquetes) devem satisfazer às especificações aprovadas pela fiscalização.

Para a execução deste serviço deverão ser utilizados equipamentos topográficos de precisão, inclusive sistema de nivelamento a laser para controle horizontal, vertical e de alinhamento, bem como seus acessórios.

Todo equipamento e pessoal para sua realização deverá ser fornecido pela contratada, antes do início da execução de cada etapa de obra, bem como estar a disposição quando indicação da fiscalização, devendo estar de acordo com esta especificação, sem o que não será dada a ordem para o início do serviço.

Após os serviços preliminares, será procedida a locação da obra seguindo rigorosamente as indicações de projeto ou aquelas apontadas pela fiscalização.

Caso seja verificada discrepância, entre as reais condições do terreno e os elementos do projeto, deverá ser comunicado, por escrito, à fiscalização, que providenciará a solução do problema.

Os trabalhos topográficos objetivam a fixação das obras no terreno de acordo com os projetos executivos, estes trabalhos dizem respeito a locação e conferência de cotas das tubulações/galerias a serem assentadas; obras especiais e cadastramento de obras executadas ou remanejadas.

A Contratada deverá dispor de equipe topográfica, com profissionais experientes e instrumentos adequados para os serviços de locação e acompanhamento da obra.

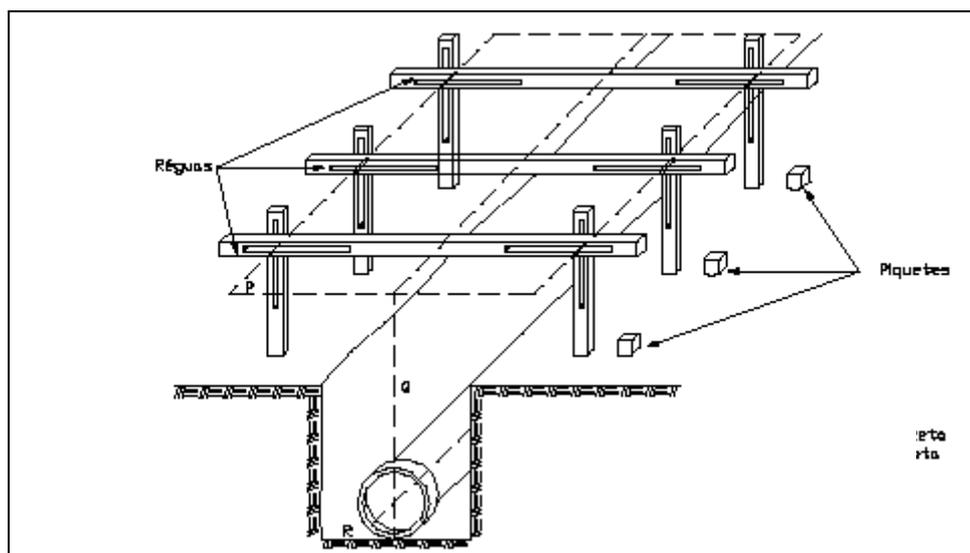
Quando não existir na RNs área a ser trabalhada, deverá ser feito transporte de cotas com nivelamento e contranivelamento.

A Contratada fará a locação da poligonal correspondente ao eixo da galeria e marcará os dois bordos das valas a serem abertas.

As cotas de fundo das valas deverão ser verificadas de 10 em 10 metros, antes do assentamento da tubulação/galeria, para que sejam obedecidas as cotas de projeto, quer sejam nos trechos planos com em aclives ou declives.

Para o uso de gabarito, as réguas deverão ser colocadas no máximo a 10m uma da outra e a ordem de serviço conterá a numeração das estacas correspondentes ao trecho e a indicação para cada estaca, de todos os elementos necessários à execução dos serviços, como sejam:

- cota do terreno (piquete) (CT)
- cota do projeto (geratriz inferior interna do tubo (CP)
- cota do bordo superior da régua (CP)
- declividade ( i )
- diâmetro (  $\emptyset$  )
- altura do gabarito a ser utilizado (G)
- profundidade da geratriz inferior interna do coletor (P)
- altura do bordo superior da régua em relação ao piquete (H)



A Contratada deverá colocar no mínimo 4 (quatro) réguas de cada vez, a fim de possibilitar uma imediata verificação por meio de uma linha de visada.

Logo após o assentamento da tubulação/galeria, deverá ser feita verificação da cota da geratriz superior da tubulação/galeria, particularmente, nas tubulações de grande diâmetro. A verificação dessas cotas indicará possíveis recalques da tubulação, possibilitando assim, quando for o caso, as correções necessárias.

Todas as obras subterrâneas encontradas e que não constam dos cadastros ou desenhos fornecidos a Contratada, serão locadas e cadastradas.

Os trabalhos topográficos efetuados pela Contratada serão verificados pela Fiscalização e aqueles encontrados fora das tolerâncias estabelecidas serão obrigatoriamente refeitos.

Antes de iniciar a escavação, a Contratada fará a pesquisa de interferências no local juntamente com o pessoal das concessionárias, a fim de confirmar o posicionamento correto das utilidades mostradas nos desenhos de projeto.

Uma vez locado e nivelado o eixo da tubulação e colocadas estacas de amarração e RN fora da área de trabalho, será iniciada a escavação para o assentamento dos tubos, a ser efetuada de acordo com as dimensões e detalhes indicados no projeto.

Concluída a locação, a fiscalização procederá as verificações e aferições que julgar oportunas. Somente após a aprovação da locação, pela fiscalização, a contratada poderá dar continuidade aos serviços.

A contratada será responsável por qualquer erro na locação, que importe em discordância com o projeto.

A constatação de erro na locação da obra, em qualquer tempo, implicará na obrigação da contratada, por sua conta e prazo estipulado, proceder a modificações, demolições e reposições que forem necessárias,

### **7.3.2 Movimentação de terra**

#### **Escavação**

As valas deverão ser escavadas segundo a linha de eixo, respeitando o alinhamento e cotas indicados no projeto e/ou determinações da Fiscalização.

A largura da cava será variável conforme o diâmetro da canalização a ser assentada e dimensões indicadas na seção tipo para assentamento dos tubos de concreto.

A escavação compreenderá a remoção de qualquer material abaixo do revestimento do pavimento até as linhas e cotas especificadas no projeto e ainda a carga, transporte e descarga do material excedente (não utilizado no reaterro) nas áreas e depósitos previamente aprovados pela Fiscalização.

A escavação deverá ser mecânica, sendo possível a execução de escavação manual em função das interferências existentes, a critério da Fiscalização.

A extensão máxima de abertura de vala deverá observar as limitações do local de trabalho, condições de produção da Contratada nas operações de assentamento, reaterro, etc.

Visto que as obras são usualmente localizadas em áreas de passagem pública, deverão ser observados os aspectos de segurança dos transeuntes e veículos. Os locais de trabalho deverão ser sinalizados, de modo a preservar a integridade tanto do público em geral, como dos operários e equipamentos utilizados.

Deverão ser definidos e mantidos acessos alternativos, evitando-se a total obstrução da passagem de pedestres e/ou veículos.

Quando a escavação em terreno de boa qualidade tiver atingido a cota indicada no projeto, deverá ser feita a regularização e limpeza do fundo da vala.

Em especial no primeiro metro de profundidade da escavação, esta deverá ser realizada cuidadosamente para identificação e proteção de interferências não assinaladas no projeto.

Todas as interferências localizadas deverão ser identificadas e cadastradas, atualizando-se os desenhos de projeto. Deverão ser seguidas as orientações da Fiscalização para escoramento e/ou remanejamento das interferências localizadas.

#### **Reaterro compactado com material reaproveitado.**

Para efeito de reaproveitamento do material, será considerando como reaproveitável apenas o material escavado que apresentar características arenosa. O material poderá ser considerado impróprio para reaterro (a cargo da fiscalização) sempre que houver presença material orgânico.

Fica a cargo da fiscalização, durante as obras de movimentação de terra, apontar eventuais outros trechos que possam ter o material de escavação reaproveitado no reaterro da obra.

Concluída a instalação das galerias, caixas e fechamentos, o reaterro poderá ser executado assim que as caixas moldadas no local atingirem a resistência necessária. O reaterro poderá ser feito com material reaproveitado da escavação, que possuam boas características de suporte (preferencialmente areia), a critério da Fiscalização, utilizado material arenoso como reaterro, o mesmo será adensado hidráulicamente após verificar-se a estanqueidade do sistema de galerias.

O aterro será iniciado com o espalhamento de camadas de espessura máxima de 20cm sobre as peças, compactadas com compactador manual “sapo mecânico”, tomando-se cuidado para não danificar as peças concretadas.

Para situações onde a espessura da camada de reaterro for menor ou igual a 60 cm, este processo com compactação manual deverá ser contínuo. Para situações com espessura de reaterro maior que 60 cm, o processo manual com sapo mecânico será contínuo até atingir 60cm acima das peças, e após esta espessura, poderá ser seguido de espalhamento e compactação mecânicos.

### **Carga, transporte e descarga**

O material excedente dos serviços de escavação e reaterro do sistema de drenagem pluvial, será aproveitado para o aterro dos passeios e da via.

É responsabilidade da empresa contratada a carga, transporte e descarga do material até os locais de sua utilização, dentro do próprio canteiro de obra (DMT até 1Km), seguindo a orientação da fiscalização. Os caminhões deverão apresentar boa vedação e boa capacidade de carregamento, devendo atender às normas e horários estipulados pelos órgãos competentes do Município.

#### **7.3.3 Bocas-de-lobo**

As bocas-de-lobo deverão obedecer às indicações e detalhes do projeto. As escavações deverão ser feitas de modo a permitir a instalação dos dispositivos previstos, adotando-se uma sobre largura conveniente nas cavas de assentamento. Concluída a escavação e preparada a superfície do fundo será feita a compactação para execução fundação da boca- de-lobo.

As bocas-de-lobo serão assentadas sobre base de concreto dosado para a resistência característica à compressão mínima ( $f_{ck}$ , mim), aos 28 dias, de 15 MPa. As paredes serão executadas com alvenaria de tijolos maciços, assentes com argamassa de cimento-areia no traço 1:4, em massa, sendo internamente revestidas com a mesma argamassa com acabamento desempenada

A parte superior da alvenaria será fechada com uma cinta de concreto, dosado para uma resistência característica à compressão ( $f_{ck}$ , mim), aos 28 dias, de 25MPa

A grelha de entrada de água deverá ser em ferro fundido, possuindo dimensões 580x870x25mm, com espaçamento máximo entre as aberturas de 15mm e apresentar resistência mínima de 12,5Ton de carga pontual aplicada.

### **7.3.4 Caixas de Passagem e Poços de Visita**

As caixas de passagem e poços de visita deverão obedecer às indicações e detalhes do projeto. As escavações deverão ser feitas de modo a permitir a instalação dos dispositivos previstos, adotando-se uma sobre largura conveniente nas cavas de assentamento. Concluída a escavação e preparada a superfície do fundo será feita a compactação para execução fundação sobre lastro de concreto simples,.

Os tijolos maciços de argila, devem possuir massa homogênea, isenta de fragmentos calcários ou qualquer outro corpo estranho; cozidos, ausentes de carbonização interna, leves, duros e sonoros, não vitrificados; arestas vivas, faces planas, sem apresentar defeitos sistemáticos (fendas, trincas ou falhas), conformados por prensagem e queimados de forma a atender aos requisitos descritos na NBR-7170.

- Resistência mínima à compressão 1.5 MPa.
- Tolerâncias dimensionais: 3mm para maior ou para menor, nas três dimensões.
- Os tijolos devem ser molhados previamente.
- Assentar os tijolos em juntas desencontradas (em amarração) ou a prumo, se especificado em projeto.
- A espessura máxima das juntas deve ser de 10mm.
- Prever amarração na estrutura de concreto.

Tampa de concreto armado.

Obedecer às características dimensionais e demais recomendações existentes no projeto, para cada caso.

Assentamento da alvenaria: argamassa traço 1:0,5:4,5 (cimento, cal e areia).

Argamassa de revestimento da alvenaria e regularização do fundo: argamassa traço 1:3:0,05 (cimento, areia peneirada - granulometria até 3mm - e hidrófugo).

As caixas devem ter tubulações de entrada e saída distante do fundo no mínimo 10cm.

Antes de entrar em funcionamento, executar um ensaio de estanqueidade, saturando por no mínimo 24hs após o preenchimento com água até a altura do tubo de entrada.

Decorridas 12hs, a variação não deve ser superior a 3% da altura útil (h).

As paredes devem ser paralelas às linhas de construção principais e aprumadas.

Tampa das caixas: concreto traço 1:3:4 cimento, areia e brita, armado conforme projeto, aço CA-50. Vedação da tampa de inspeção com argamassa de rejunte e areia.

Os poços de visita deverão ser constituídos de duas partes componentes: a câmara de trabalho, na parte inferior e a chaminé que dá acesso à superfície na parte superior. Os poços de visita serão executados com as dimensões e características fixadas pelo projeto específico. Os poços serão assentes sobre a superfície resultante da escavação regularizada e compactada, executando-se o lastro com concreto magro dosado para resistência característica à compressão mínima ( $f_{ck}$ , mm), aos 28 dias, de 11MPa.

Após a execução do lastro, serão instaladas as fôrmas das paredes da câmara de trabalho e os tubos convergentes ao poço. Em seguida procede-se à colocação das armaduras e à concretagem do fundo da caixa, com a conseqüente vibração, utilizando concreto com resistência característica à compressão mínima ( $f_{ck}$ , mm), aos 28 dias, de 20Mpa. Concluída a concretagem das paredes, será feita a desmoldagem, seguindo-se a colocação da laje pré-moldada de cobertura da caixa, executada com concreto dosado para resistência característica à compressão mínima ( $f_{ck}$ , mm), aos 28 dias, de 20MPa, sendo esta provida de abertura circular com a dimensão da chaminé.

A laje de cobertura do poço poderá ser moldada "in loco" executando-se o cimbramento e o painel de fôrmas, posteriormente retirados pela chaminé. Sobre a laje será instalada a chaminé de alvenaria com tijolos maciços recozidos, rejuntados e revestidos internamente com argamassa de cimento e areia no traço 1:4, em massa. Alternativamente, a chaminé poderá ser executada com anéis de concreto armado, de acordo com os procedimentos fixados na norma NBR 9794/87.

Internamente será fixada na chaminé a escada de marinho, para acesso à câmara de trabalho, com degraus feitos de aço CA-25 de 16 mm de diâmetro, chumbados à alvenaria, distantes um do outro no máximo 30cm. Na parte superior da chaminé será executada cinta de concreto, onde será colocada a laje de redução, pré-moldada, ajustada para recebimento do caixilho do tampão de ferro fundido. A instalação do poço de visita será concluída com a colocação do tampão de ferro especificado.

O tampão de ferro fundido dos poços de visita deverá possuir  $D=60\text{cm}$  e resistência de 40Ton de carga.

Para todas as caixas e poços de visita, verificar todas dimensões conforme projeto, alinhamento, esquadro e arestas da alvenaria e tampa de inspeção (não é permitido o empenamento da tampa de inspeção).

Verificar a estanqueidade do conjunto (acompanhar ensaio) bem como os vãos da tampa (máx. 1cm) e o perfeito nivelamento com o piso, quando instalada em piso pavimentado.

Verificar o rejunte das tampas às caixas para evitar entrada ou saída de detritos ou mau cheiro.

### **7.3.5 Tubulação de concreto**

#### **Assentamento da tubulação**

As escavações deverão ser executadas de acordo com as cotas e alinhamentos indicados no projeto e com a largura superando o diâmetro da canalização indicada na seção tipo para assentamento dos tubos, onde a largura da vala varia conforme o diâmetro da tubulação. O fundo das cavas deverá ser compactado mecanicamente.

Para o reaterro deverá ser utilizado o material da própria escavação. É responsabilidade da empresa contratada o transporte do material escavado excedente até o local destinado pela fiscalização.

Para assentamento da tubulação, deverá ser executado berço em areia grossa compactada (material de empréstimo), lançado sobre o terreno natural, quando este apresentar condições de resistência característica adequadas.

Após a execução do berço compactado em areia, tubulações deverão ser assentadas sobre pranchões de madeira ( $e=2,5\text{cm}$ ) rigorosamente nivelados conforme inclinação indicada e no sentido do escoamento estabelecido em projeto.

As juntas dos tubos serão feitas com geotêxtil não tecido, atendendo as especificações de resistência à tração na direção de menor resistência de  $14\text{kN/m}$  e resistência ao puncionamento de  $2,6\text{ kN}$ . Os tubos terão suas bolsas assentadas no lado de montante para captar os deflúvios no sentido descendente das águas. O assentamento dos tubos deverá obedecer às cotas e ao alinhamento indicados no projeto.

O reaterro, somente será autorizado depois de fixadas as tubulações e deverá ser feito, com o material reaproveitado da escavação, em camadas com espessura máxima de  $15\text{cm}$ , adensado hidráulicamente, sendo compactado com equipamento manual até uma altura de  $60\text{cm}$  acima da geratriz superior da tubulação.

Somente após esta altura será permitida a compactação mecânica, que deverá ser cuidadosa de modo a não danificar a canalização.

## **7.4 PAVIMENTAÇÃO**

### **7.4.1 Locação da pavimentação**

A locação geométrica deverá ser executada por equipe especializada, com o uso de equipamentos topográficos, transferido para o campo todas as informações planialtimétrica do projeto.

Também será de responsabilidade da Contratada o controle geométrico da execução e elaboração do “as built” final da obra, indicando as alterações que porventura venham a ocorrer.

### **7.4.2 Meio-fio e guias de confinamento**

Esta especificação tem por objetivo fixar as características exigidas para os meios fios de concreto pré-moldados e o método de assentamento a serem empregados nas obras viárias.

Conceituar-se-á como meio-fio a peça prismática retangular de dimensões e formatos adiante discriminados, destinada a oferecer solução de descontinuidade entre a pista de rolamento e o passeio ou o acostamento da via pública.

Os meios-fios e peças especiais de concreto pré-moldados deverão atender, quanto aos materiais e métodos executivos empregados, as disposições da Normas pertinentes deverão atender, ainda, as seguintes condições:

- Resistência à compressão simples: ( $20\text{ MPa}$ ).

- Textura: as faces aparentes deverão apresentar uma textura lisa e homogênea resultante do contato direto com as formas metálicas. Não serão aceitas peças com defeitos construtivos, lascadas, retocadas ou acabadas com trinchas e desempenadeiras.

- Areia média, pó - de - pedra, cimento e concreto-magro serão os materiais utilizados na fase de assentamento das peças.

Serão utilizadas peças especiais para a execução de curvas, meios-fios rebaixados para acessos de veículos e travessias de pedestre, e peças para concordâncias entre meios-fios normais e rebaixados.

Para a execução do assentamento de meios fios de concreto pré-moldado é indicado o seguinte equipamento mínimo:

- Ferramentas manuais;

- Soquetes manuais, com diâmetro da área de contato de 6 a 8 cm e peso de 4 Kg.

A execução compreenderá o assentamento e rejuntamento do meio-fio, a saber:

As alturas e alinhamentos dos meios-fios serão dados por um fio de nylon esticado com referências topográficas não superiores a 20,00m nas tangentes horizontais e verticais e 5,00 m nas curvas horizontais ou verticais.

Nos encontros de ruas - esquinas - e sempre que as condições topográficas permitirem, a marcação de pequenos raios horizontais deverá ser feito com cintel.

O assentamento dos meios-fios das peças especiais poderá preceder ou suceder aos trabalhos de preparo e regularização do sub-leito viário. Em cada caso o projeto definirá as condições peculiares de assentamento dessas peças (seção tipo).

Para acerto das alturas dos meios-fios, o enchimento entre esses e a base deverá ser feito com camada de brita.

À medida que as peças forem sendo assentadas e alinhadas, após o rejuntamento, deverá ser colocado o material de encosto. Esse material, indicado ou aprovado pela fiscalização, deverá ser colocado em camadas de 10 cm e cuidadosamente apiloado com soquetes manuais, de modo a não desalinhar as peças.

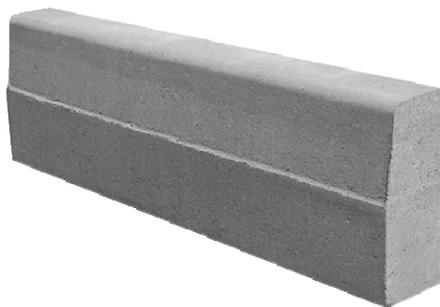
Quando pelo excesso de altura, os meios-fios de concreto comum ou os rebaixados, forem inseridos na base, a reconstrução da área escavada deverá ser feita com o mesmo material devidamente compactado com equipamento apropriado, nas mesmas condições anteriores.

Concluídos os trabalhos de assentamento e escoramento e estando os meios-fios perfeitamente alinhados, será feito o rejuntamento com argamassa de cimento e areia no traço 1:3. A argamassa de rejuntamento deverá tomar toda a profundidade das juntas e, externamente, não exceder os planos do espelho e do topo dos meios-fios.

A face exposta da junta será dividida ao meio por um friso reto de 3 mm, em ambos os planos do meio-fio.

Os meios-fios de concreto pré-moldados deverão ter comprimento de 100cm e deverão possuir dois tipos de seção conforme sua utilização. O modelo 100x15x12x30cm será utilizado como meio-fio de

borda de pista e o modelo 100x15x30 (reto) deverá ser empregado para contenção do paver e acabamentos onde exige-se guia de confinamento.



Exemplo do meio-fio 100x15x12x30cm



Exemplo do meio-fio 100x15x30cm (reto)

#### 7.4.3 Regularização e compactação de subleito

A superfície do subleito deverá ser regularizada de modo que assume a forma determinada pela seção transversal e demais elementos de projeto. Tanto a superfície do leito a ser aterrada, como a escavada, deverão ser previamente escarificadas e niveladas.

Quando necessário, é obrigatoriamente feito o umedecimento ou secagem do material a compactar, até obter-se a umidade ótima. Para compactação deverá ser utilizado compactador mecânico de placa, sendo que o aterro deverá ser estruturado em camadas de no máximo 15cm de espessura para cada compactação.

Na compactação deverá obter-se a densidade mínima de 100% do ensaio Normal de compactação. Após a regularização e compactação, deve proceder-se a conferência da locação do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- a)  $\pm 1$  cm em relação as cotas de projeto.
- b)  $\pm 2$  cm quanto a largura do projeto geométrico

#### 7.4.4 Sub-base com Rachão

A sub-base ou camada de reforço com pedra rachão é constituída por agregados graúdos, naturais ou britados. Seus vazios são preenchidos a seco por agregados miúdos, cuja estabilização é obtida pela ação da energia de compactação.

### **Agregado Graúdo**

O agregado graúdo deve constituir-se por pedra britada tipo rachão, produto total da britagem primária, constituído de fragmentos duros duráveis, livres de excesso de partículas lamelares, alongadas, macias ou de fácil desintegração, matéria orgânica e outras substâncias ou contaminações prejudiciais.

O agregado graúdo deve atender aos seguintes requisitos:

- a) o diâmetro máximo do agregado deve estar compreendido entre 1/2 e 2/3 da espessura final da camada. No entanto devido ao processo de obtenção da pedra rachão, admite-se um percentual de até 10% de agregado com granulometria entre 4" e 6". O agregado graúdo deve satisfazer a faixa granulométrica da Tabela abaixo;

Faixas Granulométricas do Material de Enchimento

Peneira de Malha Quadrada		% em Massa, Passando
ASTM	mm	I
6"	152,4	100
4"	101,6	90 – 100
3"	76,2	65 – 80
2"	50,8	15 – 55
1"	25,4	5 – 30
½"	12,7	2 – 18
nº 4	4,8	0 - 15

- b) a perda no ensaio de durabilidade conforme DNER ME 089, em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%, e com sulfato de magnésio inferior a 30%;
- c) desgaste no ensaio de abrasão Los Angeles, conforme NBR NM 51, deve ser inferior a 50%;

### **Agregado para Material de Enchimento e Camada de Isolamento ou Bloqueio**

O material de enchimento e da camada de isolamento deve constituir-se por produto de britagem com 50% do material com granulometria entre ¾" (19,1 mm) e 3/8" (9,5 mm) e 50% do material com granulometria inferior a 3/8", de forma a permitir o travamento da camada de pedra rachão e evitar a penetração no material do subleito. O agregado deve atender os seguintes requisitos:

- a) a) a perda no ensaio de durabilidade conforme DNER ME 089(1), em cinco ciclos, com solução de sulfato de sódio, deve ser inferior a 20%, e com sulfato de magnésio inferior a 30%
- b) o equivalente de areia, conforme NBR 12052(3), deve ser igual ou superior a 55%;
- c) a fração que passa na peneira de abertura 0,42 mm (nº 40), deve apresentar limite de liquidez, conforme NBR 6459, igual ou inferior a 25% e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%.

## **Equipamentos**

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pela fiscalização. Os equipamentos básicos para a execução da sub-base de rachão compreendem

- a) caminhão basculante;
- b) pá-carregadeira;
- c) motoniveladora ou trator esteira equipado com lâmina;
- d) rolo compactador tio pé de carneiro;
- e) rolo liso auto propelidos, vibratório;
- f) compactadores portáteis vibratórios ou sapos mecânicos;
- g) equipamentos e ferramentas complementares, pás, carrinhos de mão, vassourões ou vassouras mecânicas.

## **Execução**

### **Condições gerais**

- a) Não é permitida a execução dos serviços em dias de chuva.
- b) A camada de sub-base em pedra rachão só pode ser executada quando a camada subjacente (quando constante no projeto) estiver liberada, quanto aos requisitos de aceitação de materiais e execução.
- c) A superfície deve estar perfeitamente limpa, desempenada e sem excessos de umidade antes da execução da sub-base ou base de pedra rachão.
- d) Durante todo o tempo de execução da camada, os materiais e os serviços devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.
- e) Não é admitida a complementação da espessura desejada pela adição excessiva de finos, os quais, acumulados sobre o agregado graúdo, possibilitam o aparecimento de trincas, escorregamentos e deformações no revestimento.
- f) Quando o projeto prever camadas de bases ou sub-bases de espessura superior a 20 cm, os serviços devem ser executados em mais de uma camada de espessuras iguais.

### **Camada de Isolamento ou Bloqueio**

- a) A camada de isolamento aplica-se aos casos em que a pedra rachão é executada diretamente sobre o material que apresente mais do que 35%, em peso, passando na peneira de abertura de 0,074 mm, nº 200. Sua execução tem por objetivo evitar que o agregado graúdo penetre no material subjacente e que, como consequência, os finos existentes sejam bombeados e venham a contaminar a camada à executar.

- b) Esta camada deve ser executada na largura da pista e deve possuir espessura de 4,0 cm após a compactação, com tolerância de mais um centímetro.
- c) O espalhamento do material de bloqueio deve ser executado por motoniveladora. A acomodação da camada deve ser feita pela compactação, com emprego de rolo estático liso, preferencialmente, em uma ou, no máximo, duas coberturas.

#### **Camada de Agregado Graúdo**

- a) O agregado graúdo deve ser espalhado em uma camada uniformemente distribuída, obedecendo aos alinhamentos e perfis projetados. A espessura solta dos agregados deve ser constante e suficiente para que seja obtida a espessura especificada após compactação.
- b) O espalhamento pode ser feito com motoniveladora ou trator de esteira com lâmina.
- c) Após o espalhamento do agregado graúdo, deve-se executar a verificação do greide e da seção transversal com cordéis ou gabaritos; caso ocorra deficiência ou excesso de material, deve-se efetuar a correção pela adição ou remoção do material. No caso de existir deficiência de material, utilizar sempre agregado graúdo, sendo vetado o uso de agregado miúdo.
- d) Efetuadas as correções necessárias, deve ser obtida a acomodação do material graúdo, previamente ao lançamento do material de enchimento, pela passagem do rolo liso sem vibrar.

#### **Operações de Enchimento e Acabamento**

- a) O material de enchimento, o mais seco possível e deve ser espalhado com motoniveladora sobre a camada de agregado graúdo, de modo a preencher os vazios deste já parcialmente compactado.
- b) Após a distribuição do material de enchimento, a camada deve ser compactada com uso de rolo liso vibratório, para forçar a penetração do material nos vazios do agregado graúdo.
- c) Nos trechos em tangente, a compactação deve partir sempre das bordas para o eixo, e, nas curvas, da borda interna para a externa. Em cada passada, o equipamento utilizado deve recobrir ao menos a metade da faixa anteriormente compactada.
- d) Em lugares inacessíveis ao equipamento de compactação, ou onde seu emprego não seja recomendável, a compactação requerida deve ser feita com compactadores portáteis, manuais ou sapos mecânicos.
- e) A aplicação do material de enchimento deve ser feita uma ou mais vezes, até se obter um bom preenchimento, evitando-se o excesso superficial.
- f) Logo após a completa compactação da camada, deve ser feita nova verificação na superfície para verificar a ocorrência de excesso ou deficiência de material de enchimento. Constatado o excesso ou falta de finos, deve-se realizar as correções necessárias da seguinte forma:
  - se houver deficiência de finos, deve-se processar o espalhamento da segunda camada de material de enchimento;

- se houver excesso de finos, deve-se processar a remoção do material excedente por meios manuais ou mecânicos, utilizando-se ferramentas auxiliares, tais como: pá, enxada, rastelo ou vassoura mecânica.
- g) A compactação deve prosseguir até se obter um bom entrosamento dos agregados componentes da camada.

### **Abertura ao Tráfego**

Concluída a compactação, a camada deve ser aberta ao tráfego da obra e usuários, de forma controlada e direcionada, mantendo-se a superfície umedecida. Esta etapa deve estender-se por período suficiente, que permita a verificação de eventuais problemas localizados de travamento deficiente. Caso ocorram deficiências de travamento, devem ser executadas as correções pertinentes.

### **Controle da Execução**

O controle da execução da sub-base ou base de pedra rachão deve ser realizado através de inspeção visual, com:

- a) verificação da uniformidade e espessura da camada de bloqueio, em cada faixa compactada;
- b) verificação das condições de compactação da camada de rachão é efetuada visualmente, em cada faixa compactada;
- c) constatação de que eventuais pontos fracos, observados após a liberação do tráfego, foram corrigidos.

### **Controle de Espessura e Cotas**

A relocação e o nivelamento do eixo e das bordas devem ser executados a cada 20 m e, devem ser nivelados os pontos no eixo, bordas e dois pontos intermediários.

A espessura da camada e as diferenças de cotas devem ser determinadas pelo nivelamento da seção transversal a cada 20 m

### **Controle da Largura e Alinhamento**

A verificação do eixo e bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação. A largura da plataforma acabada deve ser determinada por medidas à trena, executadas pelo menos a cada 20 m.

#### **7.4.5 Camada de Base de Brita Graduada**

Serão empregados, exclusivamente, produtos de britagem, previamente classificados, na instalação de britagem, nas três bitolas seguintes:

$$2" \geq \varnothing > 1";$$

$$1" > \varnothing > 3/8";$$

$$3/8" > \varnothing$$

Os materiais classificados nas três bitolas acima enumerados em instalação adequada, de modo que o produto resultante atenda às imposições granulométricas da faixa a seguir discriminada:

PENEIRA	% QUE PASSA
2"	100
1 1/2"	90%-100%
3/4"	50%- 85%
3/8"	34%- 60%
nº 4	25%- 45%
nº 40	8%- 22%
nº 200	2%- 9%

A diferença entre as percentagens que passam na peneira nº 4 e na peneira nº 40 deverá variar entre 15% a 25%. A fração que passa na peneira nº 40 deverá apresentar limite de liquidez inferior ou igual a 25% e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%; quando esses limites forem ultrapassados, o equivalente de areia deverá ser maior que 30%. A porcentagem do material que passa na peneira nº 200 não deverá ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40.

O Índice de Suporte Califórnia não deverá ser inferior a 80% e a expansão máxima será de 0,5%, determinados segundo o ensaio de compactação realizado com a energia do ensaio Modificado de compactação.

O agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, de matéria vegetal ou outra substância prejudicial. No ensaio de abrasão Los Angeles, o desgaste deverá ser inferior a 55%.

São indicados os seguintes tipos de equipamento para a execução de base ou sub-base de pedra britada graduada:

- Carro-Tanque distribuidor de água;
- Motoniveladora pesada com escarificador;
- Rolo compactador vibratório liso;
- Rolo pneumático de pressão variável;
- Ferramentas manuais;
- Central de mistura dotada de unidade dosadora, com três silos (no mínimo), dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo " pug-mill ";
- Veículos transportadores.

A critério da fiscalização, poderão ser utilizados outros equipamentos que não os relacionados.

Na central de mistura, as três bitolas de brita serão convenientemente proporcionadas, de modo a fornecer o produto final de acordo com a faixa especificada; também será adicionada a água necessária à condução da mistura de agregados à unidade ótima, mais o acréscimo destinado a fazer frente às perdas das operações construtivas subsequentes.

A brita graduada proveniente da central de mistura será transportada em caminhões basculantes, que descarregarão as cargas na pista, onde o espalhamento será efetuado pela motoniveladora. A seguir, será efetuado o acabamento manual, em espessura solta de acordo com a compactação desejada para a camada.

A compactação terá início com o rolo pneumático de pressão variável, para evitar ondulação, e terá prosseguimento com o rolo compactador vibratório liso; durante a operação de compactação não poderão ser efetuadas, na área objeto de compressão, manobras que impliquem em variações direcionais. Em cada passada, o equipamento utilizado deverá recobrir pelo menos a metade da faixa anteriormente comprimida. Durante a compactação, se necessário, poderá ser promovido umedecimento adicional da camada, mediante emprego do carro-tanque distribuidor de água.

Em locais inacessíveis ao equipamento especificado, a compactação requerida far-se-á com o uso de compactadores vibratórios portáteis aprovados pela fiscalização.

O grau de compactação alcançado deverá ser, no mínimo, igual a 100%, com relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação com energia do ensaio Modificado de compactação, com a umidade do material compreendida dentro dos limites de umidade ótima  $\pm 2\%$ .

O espalhamento do material destinado a preencher os vazios far-se-á por meios manuais ou mecânicos, em quantidade suficiente para preencher os vazios do agregado, mas espalhado em camadas finas e sucessivas, durante o que deve continuar a compressão.

Não sendo mais possível a penetração do material de enchimento a seco, deve-se proceder a necessária irrigação, ao mesmo tempo que se espalha mais material de enchimento e se continua com as operações de compressão.

#### **7.4.6 Imprimação**

Consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico sobre a superfície de uma base concluída, antes da execução de um revestimento asfáltico qualquer. Esta camada serve para aumentar a coesão da superfície da base, pela penetração do material asfáltico empregado, promover condições de aderência entre a base e o revestimento e impermeabilizar a base.

O material betuminoso utilizado será um asfalto diluído dos tipos CM – 30.

A taxa de aplicação deverá ser de 1,2 l/m<sup>2</sup>, devendo ser determinada experimentalmente mediante absorção pela base em 24 horas.

O equipamento mínimo para a execução da imprimação asfáltica é o seguinte:

a) Para varredura: vassoura mecânica rotativa, ou vassouras comuns, quando a operação é feita manualmente. Pode ser usado também o jato de ar comprimido;

b) Para distribuição do ligante: caminhão-tanque equipado com barra espargidora e caneta distribuidora, bomba reguladora de pressão, tacômetro, termômetro, etc.

Após a perfeita conformação geométrica da camada que irá receber a imprimação asfáltica, proceder-se a varredura da superfície de modo a eliminar o material solto existente. Quando a base estiver muito seca e poeirenta deve-se umedecê-la ligeiramente antes da distribuição do ligante.

Aplica-se à seguir, o material betuminoso adequado, na temperatura compatível com o seu tipo, na quantidade certa e na maneira mais uniforme. Não deve ser aplicado em dias de chuva ou quando esta estiver eminente.

Deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento do ligante. As faixas de viscosidade recomendadas para o espalhamento são de 20 a 60 segundos Saybolt-Furol.

Deve-se executar a imprimação em toda a camada, em um mesmo turno de trabalho, e deixá-la fechada ao trânsito.

Quando isso não for possível, deve-se trabalhar em meia pista, fazendo a imprimação da adjacente, logo que seja permitida sua abertura ao trânsito. A formação de poças de ligante na superfície da base deve ser evitada.

Caso isso aconteça torna-se necessária a remoção das mesmas. A fim de evitar a superposição ou excesso de material nos pontos iniciais e final das aplicações, devem-se colocar faixas de papel transversalmente na pista, de modo que o material betuminoso comece e cesse de sair da barra de distribuição sobre essas faixas, as quais, a seguir, são retiradas. Qualquer falha na aplicação do material betuminoso deve ser corrigida.

O tempo de cura é geralmente de 48 horas, dependendo das condições climáticas (temperatura, ventos, etc.).

#### **7.4.7 Pintura de ligação**

A execução desta atividade é feita com a utilização do caminhão distribuidor de asfalto, sendo este o equipamento que determina a produção da patrulha.

O trabalho do caminhão distribuidor de asfalto inicia-se com seu carregamento junto aos depósitos de asfalto e, depois, com os procedimentos necessários para aquecimento e circulação do asfalto entre o tanque e a barra de distribuição.

A taxa de aplicação deverá ser de 0,90 l/m<sup>2</sup> e o tipo da ligação deverá ser a RR-2C.

A produção do caminhão, em m<sup>2</sup> de área aplicada, será função da capacidade do tanque, da taxa de aplicação por unidade de área e do número de passadas na mesma área de aplicação.

#### **7.4.8 Fornecimento e execução de CBUQ**

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga, e a usinagem de materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários à execução e ao controle de qualidade de camadas de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ).

O concreto betuminoso usinado a quente é o revestimento flexível, resultante de uma mistura betuminosa executada em usina apropriada, composta de agregados minerais e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente.

Deverá ser utilizado CAP 50-70. Observação: de acordo com a resolução número 19 da Agência Nacional do Petróleo, de 11/07/2005, o CAP-20 passou a ser especificado como CAP-50/70 e o CAP-40 como CAP-30-45.

O agregado graúdo, assim considerado o material retido na peneira de 4,8 mm (nº 4), será constituído por produtos de britagem provenientes de rochas sãs (granitos, gnaisses, basalto, etc..), apresentando partículas limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

a) Quando submetidos à avaliação da durabilidade com solução de sulfato de sódio, em cinco ciclos (método DNER-ME 89-94), os agregados deverão apresentar perdas inferiores a 12%;

b) Para o agregado retido na peneira de 2,0 mm (nº 10), a porcentagem de desgaste no ensaio de abrasão "Los Angeles" - DNER ME-78/94, correspondente à norma NBR 6465 da ABNT, não deverá ser superior a 40%;

c) Deve apresentar boa adesividade com material asfáltico, determinada pelo método DNER ME 78/94. Caso isto não ocorra, deve ser empregado um melhorador de adesividade;

d) A porcentagem de grãos de forma lamelar, determinada como a seguir indicado, não poderá ser superior a 20%;

$$(l + 1,25g) \geq 6e$$

Onde:

l = maior dimensão de grão;

e = afastamento mínimo de dois planos paralelos, entre os quais pode ficar contido o grão;

g = média das aberturas de duas peneiras, entre as quais fica retido o grão.

e) A porcentagem de grãos defeituosos (conchoidais, de alteração de rocha, esféricos, etc.) não deverá ser superior a 5%.

O agregado miúdo, assim considerado o material que passa na peneira de 4,8 mm (nº 4), será constituído por areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos, apresentando partículas individuais resistentes, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas. Deverão ser atendidos, ainda, os seguintes requisitos:

a) O equivalente de areia (DNER-ME 54-97) de cada fração componente do agregado miúdo (pó-de-pedra e/ou areia) deverá ser igual ou superior a 55%;

b) É vetado o emprego de areia proveniente de cavas e/ou barrancas de rio, sem o devido beneficiamento. Sua utilização só será possível após análises e liberações pela Fiscalização.

O material do enchimento deverá ser constituído por "filler" seco e isento de grumos.

Deverão ser obedecidos, ainda, os seguintes requisitos:

a) A faixa a ser usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento;

b) A espessura da camada compactada, a ser executada de uma única vez, deverá se situar entre 1,5 a 3,0 vezes o diâmetro máximo da mistura de agregados;

c) A fração retida entre duas peneiras consecutivas, com exceção das duas de maior malha de cada faixa, não deverá ser inferior a 4% do total;

d) As granulometrias dos agregados miúdos (fração < 2,0 mm) deverão ser obtidas por "via lavada";

e) Pelo menos 50% do material passando na peneira de 0,074 mm (nº 200), deverá ser constituído de "filler", no caso de mistura para a camada de rolamento e de reperfilagem.

Nos casos da utilização de misturas betuminosas para camada de rolamento e de reperfilagem (Faixas II, III, IV e V), os vazios do agregado mineral (% VAM) deverão ser definidos em função do diâmetro máximo do agregado empregado.

Todo equipamento deverá ser inspecionado pela Fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços. Caso necessário, a Fiscalização poderá exigir a vistoria do equipamento por engenheiro mecânico ou técnico qualificado.

O transporte da mistura betuminosa deverá ser efetuado através de caminhões basculantes com caçambas metálicas, providas de lona para proteção da mistura.

A distribuição da mistura betuminosa será normalmente efetuada através de acabadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos.

A acabadora deverá ser preferencialmente equipada com esteiras metálicas para sua locomoção. O uso de acabadoras de pneus só será admitido se for comprovado que a qualidade do serviço não é afetada por variações na carga acabadora.

A acabadora deverá possuir, ainda sistema composto por parafuso de rosca-sem-fim, capaz de distribuir adequadamente a mistura, em toda a largura da faixa de trabalho e sistema rápido e eficiente de direção, além de marchas para a frente e para trás, além de alisadores, vibradores e dispositivos para seu aquecimento à temperatura especificada, de modo que não haja irregularidade na distribuição da massa.

A compressão da mistura betuminosa será efetuada pela ação combinada de rolo de pneumáticos e rolo liso tandem, ambos autopropelidos.

O rolo pneumático deverá ser dotado de dispositivos que permitam a mudança automática da pressão interna dos pneus, na faixa de 35 lb/pol<sup>2</sup> a 120 lb/pol<sup>2</sup> (de 250 kPa a 850 kPa). É obrigatória a utilização de pneus uniformes, de modo a se evitar marcas indesejáveis na mistura comprimida.

O rolo compressor de rodas metálicas lisas, tipo tandem, deverá ter peso compatível com a espessura da camada.

O emprego de rolos lisos vibratórios poderá ser admitido, desde que a frequência e a amplitude vibratória possam ser ajustadas às necessidades do serviço, e que sua utilização tenha sido comprovada em serviços similares.

Em qualquer caso, os equipamentos utilizados deverão ser eficientes no que tange à obtenção das densidades, preconizadas para a camada, no período em que a mistura se apresentar em condições de temperatura que lhe assegurem adequada trabalhabilidade.

Serão utilizados, complementarmente, os seguintes equipamentos e ferramentas:

a) Soquetes mecânicos ou placas vibratórias, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;

b) Pás, enxadas, garfos, rodos e ancinhos, para operações complementares.

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicáveis à execução do CBUQ:

- Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;
- A camada de rolamento deve ser confinada lateralmente pela borda superior biselada (chanfrada) da sarjeta, com a finalidade de evitar trincamento próximo à borda;
- No caso de desdobramento da espessura total de concreto betuminoso em duas camadas, a pintura de ligação entre estas poderá ser dispensada, se a execução da segunda camada ocorrer logo após à execução da primeira.
- A superfície que irá receber a camada de concreto betuminoso deverá se apresentar limpa, isenta de pó ou outras substâncias prejudiciais;
- Eventuais defeitos existentes deverão ser adequadamente reparados, previamente à aplicação da mistura;
- A pintura de ligação deverá apresentar película homogênea e promover adequadas condições de aderência, quando da execução do concreto betuminoso. Se necessário, nova pintura de ligação deverá ser aplicada, previamente à distribuição da mistura;
- O concreto betuminoso deverá ser produzido em usina apropriada. A usina deverá ser calibrada racionalmente, de forma a assegurar a obtenção das características desejadas para a mistura;
- A temperatura de aquecimento do cimento asfáltico empregado deverá ser, necessariamente, determinada em função da relação temperatura x viscosidade do ligante. A temperatura mais conveniente é aquela na qual o cimento asfáltico apresenta viscosidade "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004/94) na faixa de 75 a 95 segundos, admitindo no entanto, viscosidade situada no intervalo de 75 a 150 segundos;
- A temperatura do ligante não deve ser inferior a 107°C nem exceder a 177°C.
- A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deverá ser de 10 a 15°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 187°C;
- A produção de concreto betuminoso e a frota de veículos de transporte deverão assegurar a operação contínua da vibro acabadora.
- O concreto betuminoso será transportado da usina ao local de aplicação, em caminhões basculantes com caçambas metálicas;

- A aderência da mistura às chapas da caçamba será evitada mediante a aspersão prévia de solução de cal (uma parte de cal para três de água) ou água e sabão. Em qualquer caso, o excesso de solução deverá ser retirado, antes do carregamento da mistura, basculando a caçamba;

- As caçambas dos veículos serão cobertas com lonas impermeáveis durante o transporte, de forma a proteger a massa asfáltica quanto à ação de chuvas ocasionais, eventual contaminação por poeira, especialmente, perda de temperatura e queda de partículas durante o transporte.

- A distribuição do concreto betuminoso somente será permitida quando a temperatura ambiental se encontrar acima de 10°C, e com tempo não chuvoso;

- A temperatura da mistura, no momento da distribuição, não deverá ser inferior a 120°C;

- Para o caso de emprego de concreto betuminoso como camada de rolamento ou de ligação, a mistura deverá ser distribuída por uma ou mais acabadoras, atendendo aos requisitos anteriormente especificados;

- Deverá ser assegurado, previamente ao início dos trabalhos, o conveniente aquecimento da mesa alisadora da acabadora, à temperatura compatível com a da massa a ser distribuída. Observar que o sistema de aquecimento destina-se exclusivamente ao aquecimento da mesa alisadora, e nunca de massa asfáltica que eventualmente tenha esfriado em demasia;

- Caso ocorram irregularidades na superfície da camada acabada, estas deverão ser corrigidas de imediato, pela adição manual de massa, sendo o espalhamento desta efetuado por meio de ancinhos e/ou rodos metálicos. Esta alternativa deverá ser, no entanto, minimizada, já que o excesso de reparo manual é nocivo à qualidade do serviço;

- Para o caso de distribuição de massa asfáltica de graduação "fina" em serviços de reperfilagem, será empregada motoniveladora, observando a temperatura mínima para distribuição de 120°C.

- A compressão da mistura betuminosa terá início imediatamente após a distribuição da mesma;

- A fixação da temperatura de rolagem está condicionada à natureza da massa e às características do equipamento utilizado. Como norma geral, deve-se iniciar a compressão à temperatura mais elevada que a mistura betuminosa possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente, em cada caso;

- A prática mais frequente de compactação de misturas betuminosas densas usinadas a quente contempla o emprego combinado de rolo de pneumáticos de pressão regulável e rolo metálico tandem de rodas lisas, de acordo com as seguintes premissas:

- inicia-se a rolagem com o rolo pneumático atuando com baixa pressão;
- evitar manobras, frenagem e parada sobre a massa quente.

## **7.5 PASSEIOS EM PAVER**

**Importante:** Sempre que possível, os blocos de concreto (paver) existentes nas calçadas deverão ser reaproveitados para posterior reassentamento. No memorial quantitativo está sendo estimado um aproveitamento de 70% das peças existentes.

Neste item serão apresentados os procedimentos a serem adotados na construção dos passeios com peças pré-moldadas de concreto, com paginação em duas cores, inclusive acessibilidade com paver guia e alerta.

Os blocos de concreto para os passeios (paver na cor cinza natural) e os blocos de concreto para acessibilidade (paver guia e alerta na cor vermelha) deverão ser fornecido pela contratada que também será responsável pela regularização do subleito, aterro compactado, colchão de assentamento das peças conforme paginação do projeto, cortes e ajustes necessários, compactação e rejunte com areia.

O transporte das peças dentro da obra é de responsabilidade da contratada e deverá ser feito de maneira organizada e o manuseio cuidadoso para evitar quebras ou fissuras.



Modelo paver 35 Mpa 20x20x6cm – Alerta e direcional - Cor: VERMELHO  
(Fornecimento e assentamento a cargo da contratada)

A areia utilizada no assentamento e rejunte deverá ser homogênea, seca e livre de grumos provenientes de agregações das partículas finas e granulometria e deverá seguir a granulometria abaixo, conforme NBR 15953.

<b><u>Abertura de peneira</u></b>	<b><u>% Porcentagem retida, em massa</u></b>
4,75 mm	0
2,36 mm	0 a 25
1,18 mm	5 a 50
600 µm	15 a 70
300 µm	50 a 95
150 µm	85 a 100
75 µm	90 a 100

Os equipamentos destinados à execução do pavimento são os seguintes:

- Placa vibratória (para acabamento das laterais – onde o rolo compactador não alcança);
- Sistema de nivelamento a laser – com nivelamento automático;

- Réguas de madeira ou alumínio com 3 m de comprimento e 4 cm de espessura;
- Caibros de 10 x 10;
- Tábuas de madeira;
- Peneira de malha quadrada;
- Linhas para controle de alinhamento;
- Colher de pedreiro;
- Cunha ou talhadeira;
- Disco de corte e polimento (serra elétrica com disco abrasivo);
- Vassouras;

Outras ferramentas: pás, picaretas, carrinhos de mão, régua, nível de pedreiro, ponteiros de aço, alavanca de ferro, soquetes manuais ou mecânicos.

A colocação do piso intertravado de concreto, deve ser iniciada somente após a conclusão dos serviços de drenagem e preparo das camadas de base.

O confinamento deve ser construído antes da colocação da camada de assentamento de forma a permitir o intertravamento adequado do areia e das peças de concreto.

O confinamento externo será constituído pelo meio-fio de concreto ou guia de confinamento, conforme indicado no projeto.

As guias para confinamento interno deverão receber uma argamassa de regularização e acabamento, obedecendo às determinações acima.

A camada de pó de pedra abaixo dos blocos serve de filtro para a água que penetra pelas juntas dos blocos e como camada de assentamento dos pavers.

Esta camada, esparramada e sarrafeada antes da montagem do piso, deve ter espessura uniforme de 4 cm em toda a área (ela não tem a função de regularizar as reentrâncias da base).

Em caso de chuvas fortes antes da colocação dos blocos, a camada de assentamento encharcada deve ser retirada e substituída por outra, com a umidade natural.

Como a camada de assentamento não pode ser pisada depois de esparramada para o assentamento, a logística deve prever que os materiais para base e a camada de assentamento cheguem ao canteiro pelo lado da área para o qual a obra avançar. Já os blocos e o pó de pedra de rejuntamento devem chegar pelo lado do acabamento.

As peças deverão ser colocadas sobre a camada de assentamento, acertadas no ato do assentamento de cada peça, de modo que sua face superior fique pouco acima do cordel. Para tanto, o calceteiro deve pressionar a peça contra a areia, ao mesmo tempo em que acerta a sua posição. Assentada a primeira peça, a segunda será encaixada da mesma forma que a primeira. Depois de assentadas, as peças são batidas com o maço.

Imediatamente após o assentamento da peça, processar o acerto das juntas com o auxílio da alavanca de ferro própria, igualando-se a distância entre elas. Esta operação deve ser feita antes da distribuição da areia para o rejuntamento, pois o acomodamento desta nas juntas prejudicará o acerto.

Como os blocos são colocados à mão, o colocador deverá usar apenas luvas de proteção.

As atividades de compactação são realizadas sobre o piso com o uso de placas vibratórias.

Para garantir a acessibilidade às pessoas portadoras de deficiência, deverão ser instalados pisos com textura diferenciada para facilitar a identificação do percurso. Deverão ser seguidas as indicações da ABNT NBR 9050/04. Sempre que houver divergências entre o projeto e o local da obra, o projetista deverá ser consultado.

Deverá ser apresentado o controle tecnológico do pavimento, sob responsabilidade da contratada e conforme solicitado pela fiscalização.

## **7.6 SINALIZAÇÃO VIÁRIA**

### **7.6.1 Sinalização horizontal**

Sinalização horizontal é o conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicados sobre o revestimento de uma via, de acordo com projeto para propiciar condições de segurança e de conforto ao usuário da via.

Linhas longitudinais: separam e ordenam os fluxos de tráfego e regulamentam a ultrapassagem, conforme a cor.

a) Linhas contínuas: servem para delimitar a pista e separar faixas de tráfego de fluxos veiculares de mesmo sentido ou de sentidos opostos de circulação, conforme a cor.

b) Marcas transversais: ordenam os deslocamentos de veículos (frontais) e de pedestres, induzem a redução de velocidade e indicam posições de parada em interseções e travessia de pedestres.

c) Marcas de delimitação e controle de parada e/ou estacionamento: usadas em associação à sinalização vertical, para delimitar e controlar as áreas onde o estacionamento ou a parada de veículos é proibida ou regulamentada.

d) Inscrições no pavimento: setas direcionais, símbolos e legendas usadas em complementação ao restante da sinalização horizontal, para orientar e advertir o condutor quanto às condições de operação da via.

Podem ser aplicadas nas cores amarela, branca e vermelha. Será utilizada tinta refletiva acrílica com microesferas de vidro, para uma vida útil provável de 2 anos.

Para aplicação de tintas:

Processo de aplicação mecânica: equipamento autopropelidos com compressor de ar, tanques pressurizados para tinta e solvente, mexedores manuais, reservatório e semeador para microesferas de vidro, válvulas reguladoras de ar, sequenciador automático, pistolas, discos delimitadores de faixas, balizadores e miras óticas.

Processo de aplicação manual: compressor de ar, com tanques pressurizados para tintas, mexedores manuais, tanques para solventes e pistolas manuais a ar comprimido.

A fase de execução engloba as etapas de limpeza do pavimento, pré-marcação e pintura.

A limpeza deve ser executada de modo a eliminar qualquer tipo de material que possa prejudicar a aderência do produto aplicado no pavimento.

A pré-marcação consiste no alinhamento dos pontos locados pela equipe de pré-marcação, através dos quais o operador da máquina irá se guiar para a aplicação do material. A locação deve ser feita com base no projeto da sinalização, que norteará a aplicação de todas as faixas, símbolos e legendas.

A pintura consiste na aplicação do material por equipamentos adequados, de acordo com o alinhamento fornecido pela pré-marcação e pelo projeto de sinalização. As tintas devem ser misturadas, de forma a garantir a boa homogeneidade do material.

O fornecimento e implantação de tachões refletivos devem atender aos critérios e indicações de projeto referentes à seleção dos locais para aplicação, posicionamento, distribuição, tipo e característica dos dispositivos aplicáveis.

Devem ser fornecidos em embalagem apropriada que apresente, bem visível, as seguintes informações:

- Nome e endereço do fabricante;
- Nome do produto;
- Especificações a que satisfaz;
- Número do lote de fabricação;
- Data de fabricação;
- Dimensões das peças.

Devem apresentar no seu corpo, em relevo, o nome do fabricante.

O corpo das peças pode ser de resina sintética à base de poliéster ou plástico acrílico, tipo metilmetacrilato, preenchido por composto de alta aderência ou qualquer outro material plástico, que apresente alta resistência a impacto e a uma carga de compressão de no mínimo 15.000kgf, conforme ensaio de resistência à compressão constante da NBR 14636.

O tachão não pode apresentar manchas, nem penetração de água no elemento refletivo, de acordo com ensaio de resistência à penetração de água, constante da NBR 14636.

Os seus elementos refletivos devem ter as cores em conformidade com os requisitos descritos no item 6.2.4 da ASTM D 4280.

Quanto ao desempenho da retrorrefletividade, são classificadas em:

- Tipo IV: tachão de esfera de vidro espelhado.

No formato retangular, devem ser abulados, sem quinas retas e com dimensões do corpo de:

- Largura situada no intervalo de 140 mm a 160 mm;
- Comprimento situado no intervalo de 230 mm a 250 mm;
- Altura situada no intervalo de 40 mm a 55 mm;
- Área mínima do elemento refletivo de 35 cm<sup>2</sup>.

A fixação é feita por meio mecânico-químico através de, no mínimo, dois pinos metálicos, que são constituídos de aço carbono galvanizado, devendo apresentar a forma de parafuso de cabeça tipo

francesa, podendo ser revestidos pelo material do corpo, e apresentando roscas ou aletas em sua parte externa. As dimensões do pino devem ser compatíveis com as do tachão.

A cola aplicável é aquela recomendada pelo fabricante, respeitando-se as limitações de temperatura determinantes de alterações do pavimento.

A cola utilizada para fixação deve oferecer perfeita aderência do tachão ao pavimento asfáltico ou de concreto, devendo ter um tempo de secagem que permita a liberação do tráfego em, no máximo, trinta minutos.

Todo o equipamento, antes do início da execução do serviço, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

Os equipamentos devem ser do tipo, tamanho e quantidade que venham a ser necessários para a execução satisfatória dos serviços. Os equipamentos básicos necessários à implantação de tachões compreendem: martelete com broca acoplada e acionado por ar comprimido ou corrente elétrica para fixação, acessórios para limpeza, marcação, medição e compressão, tais como: vassoura (mecânica e/ou manual), furadeira, espátula, linha de nylon, cordel, trena e martelo de borracha.

A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança do serviço é da executante. Previamente à execução dos serviços, deve ser feita a marcação dos locais de aplicação conforme indicado em projeto.

#### **7.6.2 Sinalização vertical**

A sinalização vertical será constituída por placas de regulamentação e advertência de trânsito.

Os materiais utilizados nas placas de sinalização são chapas metálicas cortadas nas dimensões do projeto e material de acabamento, conforme planilha orçamentária.

As formas e cores das placas de sinalização estão especificadas no anexo II do regulamento do Código Nacional de Trânsito.

As chapas metálicas, depois de cortadas nas dimensões finais, tem os cantos arredondados, exceto as placas octogonais.

São submetidas a uma decapagem por processo químico a fim de proporcionar boa aderência à película de tinta. Qualquer que seja o processo de decapagem, as placas devem ser suficientemente lavadas e secas em estufas de modo a remover qualquer resíduo de produto químico. As chapas são confeccionadas em aço laminado a frio números 16.

Os materiais utilizados para o acabamento das placas de sinalização são:

**Placas Refletivas:** A chapa metálica possuirá uma demão de “wash-primer”, à base de cromato de zinco, se for alumínio, ou uma demão de “Primer” à base de Epóxi’, se for de aço. A face principal da placa é executada em película com esferas inclusas, não apresentando rugas, bolhas ou cortes. O verso da placa recebe uma demão de tinta esmalte sintético na cor semi-fosca.

**Suportes:** Os postes são confeccionados de tubo de aço galvanizado de dimensões Ø 11/2'x 3,20m e parede de 0,3cm. Possuem as extremidades superiores fechadas por tampa soldada de aço galvanizado de espessura 3/16', 2(duas) aletas de aço galvanizado de dimensões 3/16x5x10cm,

soldados com ângulo de 180° entre si a 5 cm das extremidades inferiores e 2(dois) furos de Ø 8,5 mm com eixos paralelos distantes das extremidades superiores de 3 cm e 36 cm, respectivamente.

Para a execução das placas de sinalização serão realizados os seguintes procedimentos:

Limpeza do local de instalação:

Varredura completa da local, para retirada de detritos maiores;

Locação da obra:

Após os serviços preliminares será procedida a locação de toda a obra seguindo rigorosamente as indicações do projeto.

Colocação das bases:

É feita através da colocação de tubo de concreto 40 cm de profundidade, preenchido com concreto fck=15 MPa. Para a colocação das placas deverão estar alinhadas vertical e horizontalmente.

Colocação da placa:

É fixada através de 2 (dois) parafusos galvanizados de cabeça francesa Ø 5/16x2/1/2' com arruelas e porcas sextavadas. A colocação dos postes deverá estar alinhada vertical e horizontalmente.

Cuidados na colocação:

Os serviços deverão ser executados sem causar prejuízo para a circulação de veículos no sistema viário. A firma executante deverá verificar previamente as condições de "campo" do local indicado no projeto. As interferências subterrâneas e aéreas deverão ser observadas visando uma perfeita instalação e uma boa visualização da sinalização. As seguintes condições de "campo" deverão ser observadas antes de iniciar os serviços:

Posição de caixas de inspeção de redes elétricas e telefônicas, incluindo suas prováveis tubulações.

Posição dos poços de visita, bocas de lobo, etc., de redes de esgoto e pluvial, incluindo suas prováveis tubulações.

Posição de caixas de registros, hidrantes de rede d'água, incluindo suas prováveis tubulações poços de visita, bocas de lobo, etc., de redes de esgoto e pluvial, incluindo suas prováveis tubulações.

Posição dos postes da rede elétrica, telefônica e iluminação pública.

Posição da altura da fiação elétrica e telefônica, bem como de luminárias.

Posição de árvores e arbustos.

Posição de marquises e estruturas destinadas à propaganda dos edifícios circunvizinhos.

Posição dos rebaixamento de meio-fio.

Afim de evitar erros de locação da sinalização e avarias no pavimento dos passeios, as bases das placas (tubo + base de concreto) deverão ser executadas e fixadas em sua posição, conforme projeto de sinalização viária, previamente a realização de pavimentação dos passeios. Deve atentar-se quando as dimensões dos tubos, afim de evitar incompatibilidade após sua instalação, nos suportes destinados a suportar 2 placas sobrepostas (uma acima da outra).

Os danos causados às redes de concessionárias, órgãos públicos ou terceiros correrão por ônus e sob responsabilidade da firma executante.

