

2022

# MEMORIAL DESCRITIVO



Prefeitura Municipal de Bebedouro-SP

14/3/2022

**- PAVIMENTAÇÃO E QUALIFICAÇÃO  
DE VIAS URBANAS -**

**Pavimentação, Drenagem Pluvial,  
Sinalização Viária e Execução de passeios**

**Avenida de  
Adequação: BBD - 147**

**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E  
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO**

## Sumário

1	DESCRIÇÃO DA PROPOSTA.....	6
2	JUSTIFICATIVA DA PROPOSTA.....	6
3	RELATÓRIO FOTOGRÁFICO.....	10
3.1	AVENIDA PROPOSTA.....	10
4	CONCEPÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	13
4.1	VIA URBANA .....	13
5	MEMORIAL DE DIMENSIONAMENTO .....	13
5.1	PAVIMENTAÇÃO.....	13
5.2	CAPACIDADE DE SUPORTE DO SUBLEITO.....	14
5.3	TRÁFEGO.....	14
5.3.1	Caracterização do tráfego .....	15
5.4	DIMENSIONAMENTO DA REESTRUTURAÇÃO DO PAVIMENTO COM CBUQ .....	15
5.4.1	Revestimento .....	18
5.4.2	Camada de Base.....	18
5.4.3	Resumo.....	18
6	DRENAGEM PLUVIAL .....	19
a)	Escoamentos em Superfícies.....	20
b)	Escoamentos em Canais .....	20
6.1	Memorial de cálculo hidráulico.....	21
6.2	Determinação da vazão de projeto – método racional .....	21
7	Determinação da vazão de projeto – método racional .....	22
6.3	Tempo de concentração - TC .....	23
1.1.2	Período de retorno - T .....	23
6.4	Intensidade de precipitação - i .....	24
6.5	Área da bacia de contribuição - A .....	24
8	Dimensionamento das tubulações .....	25
7	Cálculo dos coletores de drenagem .....	26
7.1	Caixas de Ligação, Bocas-de-lobo e Boca de Bueiro .....	26
7.2	Poços de visita .....	27
7.3	Locação de tubulação .....	28
7.4	Tubulação de drenagem.....	31
8	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE SERVIÇOS.....	32
8.1	SERVIÇOS PRELIMINARES .....	32
8.1.1	Administração Local de obra .....	33
8.1.2	Sinalização de segurança .....	33
8.1.3	Placa de Obra .....	33
8.1.4	Abrigo Provisório .....	34
8.1.5	REMOÇÕES E DEMOLIÇÕES .....	35

9	PAVIMENTAÇÃO .....	35
9.1	Regularização do subleito .....	35
9.1.1	Escavação .....	35
9.1.2	Carga e transporte do material para bota-fora .....	36
9.1.3	Regularização e compactação do subleito .....	36
9.1.4	Locação dos serviços de pavimentação .....	37
9.2	Reestruturação do Pavimento .....	38
9.2.1	Camada de Base com material brita graduada .....	38
9.2.2	Dreno subsuperficial de bordo .....	40
9.3	Fresagem .....	42
10	Revestimento do pavimento .....	43
10.1	Imprimação .....	43
10.2	Pintura de Ligação .....	44
10.3	Revestimento com CBUQ .....	44
10.4	Revestimento com CBUQ/PMF .....	49
1.1.3	Meio-fio .....	50
10.5	Arrancamento e reassentamento de meio-fio .....	51

## **1 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA**

O projeto propõe a execução de obras de pavimentação, drenagem e macrodrenagem, execução de ciclovias, passeios com acessibilidade e sinalização em área destinada a um conjunto de vias estruturais implantadas que são os mais importantes eixos de ligação entre rodovias, setores industriais e bairros residenciais, servindo a mobilidade urbana e, principalmente ao sistema de transporte coletivo urbano e regional, compondo também uma malha de ciclovias entre estas localidades.

O projeto compreende a substituição e/ou recuperação do pavimento existente, totalmente inadequado a função de acessibilidade e mobilidade urbana, além de resolver os problemas de drenagem.

## **2 JUSTIFICATIVA DA PROPOSTA**

Bebedouro é um município brasileiro do estado de São Paulo. Bebedouro possui atualmente um dos mais altos índices de desenvolvimento humano (IDH) do país, apresentando também uma alta renda per capita, devido principalmente a seu parque industrial, no qual se destacam indústrias de suco de laranja, de óleos vegetais, de fertilizantes, carrocerias e confecções.

### **Geografia**

Localiza-se a uma latitude 20°56'58" Sul e a uma longitude 48°28'45" Oeste, estando a uma altitude de 573 metros.

Possui uma área de 682,511 km².

Bebedouro limita-se ao norte com Colina; ao leste com Terra Roxa, Viradouro e Pitangueiras, ao sul com Taquaral, Taiúva, Taiacu, Pirangi e Paraíso, e ao oeste com Monte Azul Paulista.

O município possui, além do distrito sede, dois distritos: Botafogo (2500 habitantes) e Turvânia\* (mil habitantes), além de dois pequenos povoados: um de natureza urbana, Povoado de Andes\*\* (cerca de 500 habitantes), e outro de natureza rural, Povoado de Areias (menos de 100 habitantes).

O município está entre duas sub-bacias hidrográficas: a do rio Turvo e a do Pardo/Moji-Guaçu. A sede do município (cidade) é cortada por pequenos córregos: Bebedouro, Consulta e Parati. O Consulta ao passar pelo centro da cidade, transforma-se num grande lago artificial, com dois quilômetros de comprimento e largura que varia entre 50 (funil da Ponte da avenida Donina Valadão Furquim) e 300 metros.

O Bebedouro nasce próximo ao Horto Municipal, corta-o, passa pelo Parque Sinésio Junqueira Franco, onde se encontra com o Consulta e passa a dividir a região central da Zona Leste da cidade. O Parati corta parte da Zona Norte da cidade e vem apresentando problemas de assoreamento.

O município tem altura entre 550-600m, localizado no Vale do Rio Grande, na região do Planalto Paulista. Desde 2005, o Povoado de Andes, na zona rural de Bebedouro, vem sofrendo sismos de 2-3 graus de magnitude, o que tem origem em fraturas do basalto da Serra Geral, o que se agrava com a extração de água de poços de água subterrânea.

Atualmente, 98 % da área urbana do município é asfaltada e 30% do esgoto é tratado

## Demografia

Censo de 2019

\* população: 74.815

o Urbana: 69.964

o Rural: 4.851

+ Homens: 36.900

+ Mulheres: 37.915

\* Densidade demográfica (hab./km²): 109,62

\* Mortalidade infantil até 1 ano (por mil): 10,35

\* Expectativa de vida (anos): 74,48

\* Taxa de fecundidade (filhos por mulher): 2,11

\* Taxa de Alfabetização: 92,37%

\* Índice de Desenvolvimento Humano (IDH-M): 0,819

o IDH-M Renda: 0,746

o IDH-M Longevidade: 0,825

o IDH-M Educação: 0,887

## Acesso Rodoviário

SP-322 - SP-326 - SP-351

## Distâncias

345 Km da Capital

## História

Nossa cidade nasceu de um sonho a céu aberto, à beira de um córrego conhecido como “bebedor”, cuja água era procurada por tropeiros e boiadeiros, animais fatigados por longas caminhadas através do sertão.

Os primeiros ocupantes do local tiveram a ideia de comprar um lote de terra para a formação do patrimônio de uma povoação que nascia, cujo nome seria São Sebastião do Bebedor, que posteriormente se tornaria “Bebedor” e depois “Bebedouro”, do Sr. Corrêa e Mesquita, residente em Jaboticabal, cujo pagamento seria feito em três prestações de suínos (porcos), devido à escassez, no local, de moeda corrente tida quase como artigo de luxo. Depois de tudo acertado, os senhores entraram pontualmente com a primeira e a segunda prestação. O mesmo, porém, não aconteceu com a terceira, devido a falta de dinheiro. Naquela época um fio de bigode era um título compromissado e a honra estava em jogo, não quiseram os senhores compradores desonrar o compromisso e, no dia seguinte ao vencimento o Sr. Francisco Inácio Pereira, completou a importância com seu cavalo de cela arriada, animal de sua estimação, cobrindo assim o ultimo pagamento.

A data oficial da fundação de Bebedouro é dia 03 de maio de 1884, por ser o dia em que se lavrou a escritura de venda da primeira parte do atual patrimônio urbano pelo Sr. João Francisco da Silva e sua mulher D.<sup>a</sup> Ana Cezaria Pimenta ao sr. Procurador da Capela, Capitão José Inácio Garcia.

O primeiro documento vinculado ao destino inicial do arraial do Bebedor foi um ato do

Governo Provincial, o Barão de Parnaíba, datado de 27 de agosto de 1886. Por lei estadual n.º 87 de 06 de setembro de 1892, elevou-se a Distrito de Paz. Quase dois anos depois, ocorre a elevação do Distrito a Município, significando sua emancipação da tutela de Jaboticabal, pela lei nº 298, de 19 de julho de 1894. Pela lei nº 487, de 29 de dezembro de 1896, elevou-se a Comarca porém, só se instalou a 11 de março de 1896. A elevação a cidade deu-se por força da lei municipal de nº 34, de 11 de março de 1889. Pelo efeito do Decreto Estadual nº 14.334, de 30 de novembro de 1944, o município de Bebedouro, ficou constituído pelos distritos de Botafogo e Turvínea. O Distrito Policial foi criado por decreto de 27/08/1886.

Bebedouro ganhou há tempos, o apelido de "Cidade Coração", por ter, em ocasião de divergência política no vizinho município de Jaboticabal dado agasalho numa de suas praças públicas (09 de Julho, naquele tempo, Conrado Caldeira), o busto de bronze de Jocelym de Godoy, democrata e jornalista jaboticabalense. Até que, cessados os motivos da divergência, o mesmo foi restituído ao povo daquela cidade sem nenhuma relutância.

Os primeiros meios de transporte eram feitos por carros de boi que traziam das fazendas os produtos agrícolas para serem vendidos na cidade. Quando ficaram prontos os armazéns da Cia. Paulista de Estradas de Ferro, surgem os carrinhos e as carroças com tração animal.

Não tardou muito o Sr. Oscar Werneck engenheiro da Cia. Ferroviária São Paulo Goiás, desenha e constrói o coreto da Praça Barão do Rio Branco e as torres de iluminação do campo da Associação Atlética Internacional, o primeiro campo a receber iluminação no interior do Estado de São Paulo.

Em 1912 constrói-se a Prefeitura Municipal defronte ao Jardim Misterioso, hoje Praça Valêncio de Barros e na mesma época o prédio da Cadeia de Bebedouro na esquina das ruas São João e Campos Salles.

Antes do termino do século XIX, a cidade já apresentava favoráveis aspectos de progresso, com a formação de lavoura de café, que se tornaria a maior riqueza do município. Porém o café entrou em grande crise por volta de 1929/1930, e as lavouras foram aos poucos sendo abandonadas. Mas, a sua gente não se sentia enfraquecida ao ponto de deixar a cidade morrer e aos poucos vão se levantando e novas esperanças despontam com o aparecimento de novos empreendimentos, Bebedouro começa a sentir vida nova.

A Festa da Primavera chega para alegrar a vida que estava monótona; o carnaval desponha com animação carregada de alegria, a tristeza vai embora e Bebedouro se renova.

Os velhos cafezais são substituídos pelos laranjais, as terras desvalorizadas são levantadas como uma poderosa mina de ouro até então escondida. As indústrias são renovadas e o nosso município muda de roupagem: da crise da fruta vermelha pendurada no galho verde dos cafezais pelo perfume exalado das flores das laranjeiras que serão transformadas em frutos amarelos e trarão recursos econômicos reabilitando o combalido município.

E a terra do café se transforma na terra da laranja, conhecida além das fronteiras, tornou-se por muito tempo um dos maiores produtores do mundo, ostentando o orgulhoso título de "Capital Nacional da Laranja".

Ainda muitas ruas e acessos às principais localidades e bairros, apresentam deficiências quanto à pavimentação, especialmente as vias estruturais de ligação, que atendem a mobilidade urbana e as linhas de transporte coletivo urbano, intermunicipal, o abastecimento de mercadorias além do atendimento às funções e serviços básicos como acesso aos moradores para suas residências, para os locais de trabalho, escola, posto de saúde, etc.

A dificuldade de locomoção e de acessibilidade dos moradores ocasionada pela má qualidade do piso natural ou da má qualidade do pavimento existente que, em muitos períodos do ano ficam praticamente intransitáveis em face da temporada de chuvas, acumulando lama, lixo e permitindo o avanço da vegetação rasteira sobre as áreas carroçáveis, tornando os caminhos muitas vezes intransitáveis. Quando de tempos excessivamente secos, no verão, a poeira passa a ser o vilão, impregnando as residências e provocando dificuldades respiratórias.

Além disto, a maioria das vias não dispõe de passeios para pedestres, tornando-as inacessíveis a pessoas com deficiência e mobilidade reduzida.

Somado aos problemas citados, há necessidade de dotar a cidade de uma rede cicloviária, como forma de ofertar uma mobilidade passiva, saudável, que não impacte no tráfego e que venha a ser um elemento de integração sócio-espacial.

A situação existente penaliza áreas carentes tornando-as ainda mais degradadas.

As melhorias propostas no projeto permitirão maior conforto aos munícipes em seus deslocamentos, maior integração territorial, melhoria significativa para na segurança, a redução índice de doenças transmissíveis através de meios hídricos durante o período chuvoso ou pelo acúmulo de poeira verificada durante o período seco.

Diante o exposto, a Prefeitura Municipal de Bombinhas considera importante oferecer esta infraestrutura de pavimentação das vias, dos passeios e das ciclovias, utilizando soluções que permitem o deslocamento com fluidez pelo sistema de transporte urbano e a acessibilidade bem como o acesso a todos os cidadãos a infraestrutura técnica e social, indo ao encontro da redução das desigualdades sociais.



### **3 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO**

#### **3.1 AVENIDA PROPOSTA**





# PAVIMENTAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DE VIAS URBANAS

Vicinal BBD - 147 – Bebedouro-SP





# PAVIMENTAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DE VIAS URBANAS

Vicinal BBD - 147 – Bebedouro-SP





## 4 CONCEPÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Com base no levantamento topográfico, o projeto geométrico foi definido levando em conta as condições do local, as vias já existentes.

### 4.1 VIA URBANA

A seção da via urbana foi adotada de acordo com a classificação da via e com os alinhamentos prediais (muros e cercas) existentes.

Para os raios de concordância das esquinas, devido a área já estar urbanizada, 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.

Os passeios já executados em conformidade com o padrão adotado pela PMB foram reaproveitados.

Em algumas situações, houve a necessidade de limitar o passeio a 1,20m, garantindo-se sempre a passagem livre de 80 cm (por exemplo, entre poste e muro ou meio-fio).

## 5 MEMORIAL DE DIMENSIONAMENTO

### 5.1 PAVIMENTAÇÃO

Foi efetuado um levantamento das condições atuais do revestimento existente na área de intervenção para determinação do conjunto de soluções a serem adotados para melhorar as condições do pavimento.

A eficiência do sistema de pavimentação depende da elaboração de projeto baseado na

análise da relação entre características do solo existente e da intensidade de tráfego previsto para a área. Os cálculos que definem as necessidades técnicas do pavimento apresentam variações conforme o perfil da área sobre a qual os blocos de concreto sextavados são assentados.

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.

## 5.2 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 capacidade de suporte será estimada pela tabela a seguir (Packard, 1976).

Relação entre o tipo de solo e a capacidade de suporte

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. e areias e argilas arenosas, siltes e argilas pedregulhosos graduação pobre.	Média	3
Solos granulares, areias bem graduadas e misturas de areia-pedregulho relativamente livres de plásticos finos.	Alta	10

Para este subleito será considerado o CBR de 10%. Estas características poderão ser verificadas quando da execução da obra, a critério da Fiscalização.

## 5.3 TRÁFEGO



### 5.3.1 Caracterização do tráfego

A via está classificada como estrutural, ou seja, via destinada a atender com prioridade ao tráfego de passagem e secundariamente ao local, servindo médios volumes de tráfego. Também está implantado transporte coletivo nesta via.

O Quadro abaixo resumirá os principais parâmetros da classificação destas vias.

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto	Volume inicial da faixa		N	N <sub>característico</sub>
			Veículo leve	Caminhões e ônibus		
Via estrutural	Médio	10 anos	401 a 1500	21 a 100	$1,4 \times 10^5$ a $6,8 \times 10^5$	$5 \times 10^5$

(adaptado de SIURB/PMSP)

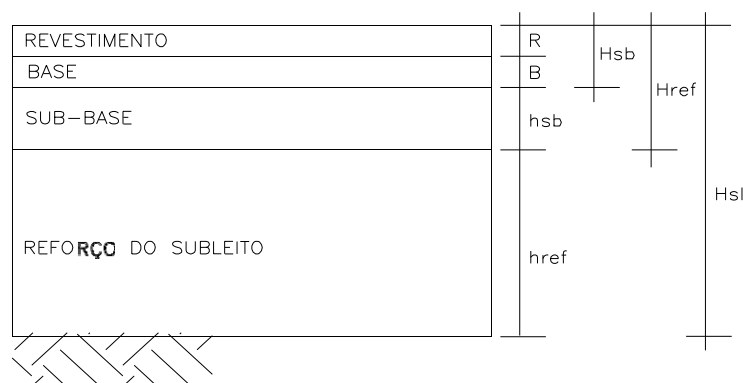
No presente método de dimensionamento, foi considerado que a carga máxima legal para o eixo simples de rodas duplas no Brasil é de 10 toneladas por eixo simples de rodagem dupla (100 kN/ESRD).

### 5.4 DIMENSIONAMENTO DA REESTRUTURAÇÃO DO PAVIMENTO COM 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  $5 \times 10^5$  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:

$K_R$ ,  $K_B$ ,  $K_{SB}$ ,  $K_{REF}$  representam os coeficientes estruturais do revestimento, da base, da sub-base e do reforço do subleito, respectivamente;  $H_{SB}$ ,  $H_{REF}$  e  $H_{SL}$  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 ( $H_{SL}$ ), em termos de material granular, será fixada de acordo com o ábaco a seguir:

A espessura total básica do pavimento ( $H_{sl}$ ), em termos de material granular, será fixada de acordo com o ábaco a seguir:

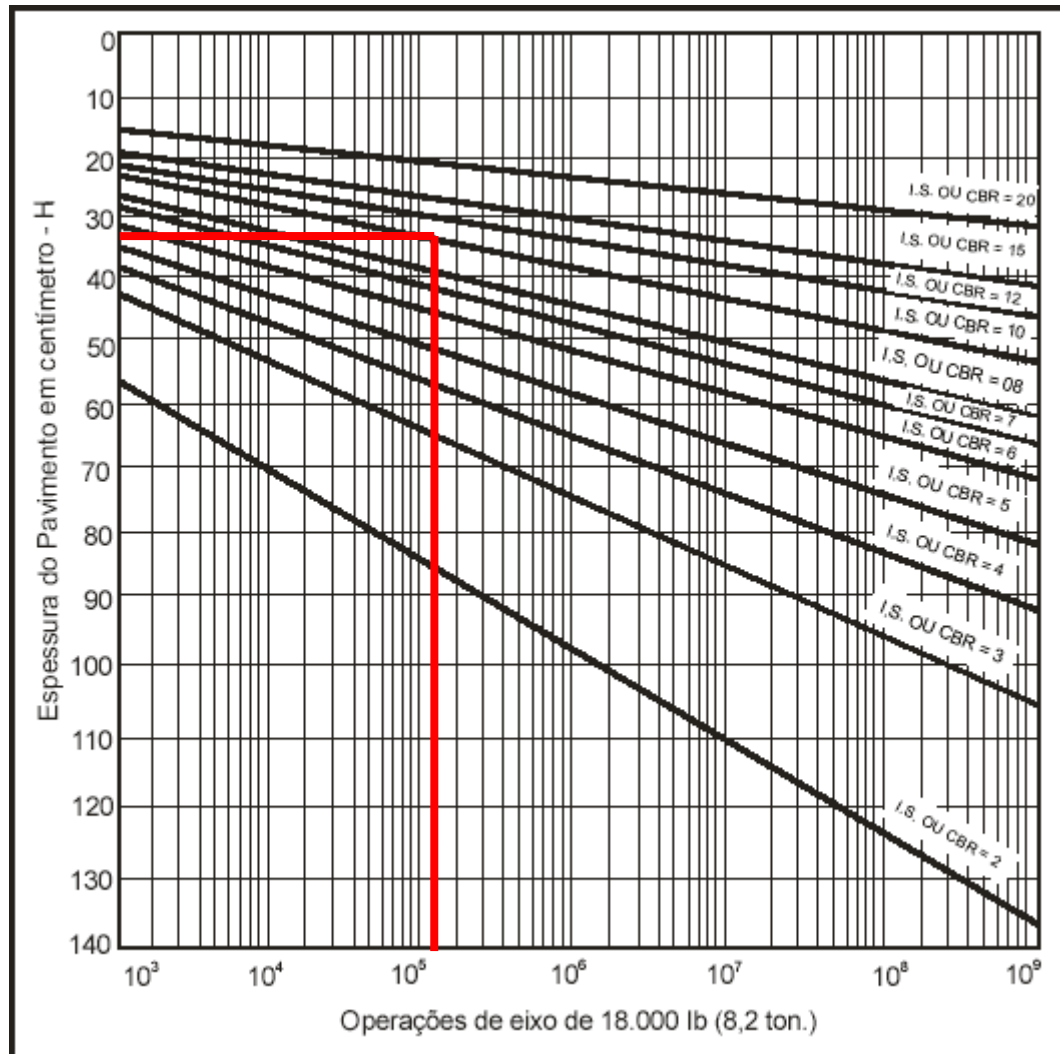
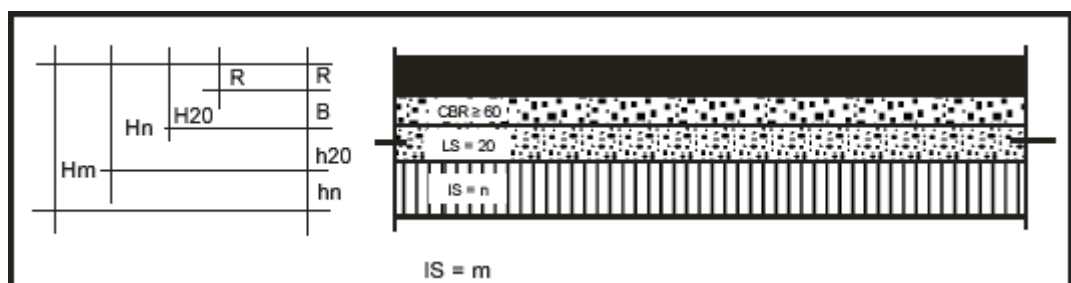


Figura 1 - Ábaco de dimensionamento (fonte: DNIT)

Figura 2 - Ábaco de dimensionamento (fonte: DNIT)

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



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

$H_m \geq 32 \text{ cm}$ .

Coeficientes 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	1,00
Sub-base granular	0,77 a 1,00
Reforço do subleito	0,77 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

#### 5.4.1 Revestimento

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

$K_R = 2,00$ .

#### 5.4.2 Camada de Base

Como camada de base será adotada brita graduada simples (BGS).

$K_B = 1,00$

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

$$6 \times 2 + B \times 1 \geq 32 \text{ cm}$$

$$B \geq 20 \text{ cm}$$

Adotaremos Base de Brita Graduada – **BG = 20cm**

#### 5.4.3 Resumo

- Abertura de 40 cm de caixaria de pavimento;
- Compactação do Subleito com reforço;
- Compactação de Sub-Base, agregados/ solo;
- Base de brita graduada: e=20cm;
- Revestimento com CBUQ: e=7cm (para reestruturação de pavimento)

## **6 DRENAGEM PLUVIAL**

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 Macro-Drenagem. O sistema responsável pela captação da água pluvial e sua condução até o sistema de macro-drenagem é denominado Sistema de Micro-drenagem.

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**      Prevaecem 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.

## 6.1 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 sub-dimensionamento 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.

Nas ruas do Bairro Nossa Senhora das Graças a serem pavimentadas está sendo prevista a instalação de uma nova rede de drenagem pluvial ao longo da rua, composta por tubulação de D=40, 60, 80, 100 e 120. 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.

## 6.2 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, consequentemente 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, aquela 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  $km^2$ .

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

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  $0,20$  nas áreas vegetadas.

### 6.3 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)

### 1.1.2 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.

#### 6.4 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/frequência, 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 Urussanga, por se entender que esta possui características climatológicas muito semelhantes ao local de implantação do empreendimento.

$$i = \frac{(6978 \times T^{0,0345})}{(t + 27)^{(1,1839 \times T^{0,0218})}}$$

Onde:

i = intensidade média de precipitação em mm/h;

t = tempo de duração da chuva em minutos;

T = período de retorno em anos.

#### 6.5 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).

No projeto em anexo, estão apresentadas a divisão das bacias.

## **8 Dimensionamento das tubulações**

Os cálculos foram desenvolvidos com a utilização da fórmula de *Manning*, empregada para o dimensionamento em regimes uniformes, sendo o cálculo realizado para cada trecho da galeria.

A fórmula de *Manning* é definida pela expressão:

$$Q = 1 / n \cdot (S.R)^{2/3} \cdot i$$

Onde:

Q = descarga em m<sup>3</sup>/s

S = área da seção molhada em m<sup>2</sup>

R = raio hidráulico da seção em m;

P = perímetro molhado em m;

i = declividade do fundo da galeria em m/m.

Os canais de concreto (com revestimento em todo o seu perímetro molhado), apresentam normalmente um baixo valor de fator de resistência ao escoamento. A literatura especializada indica, para revestimentos lisos bem-acabados, valores de n variando entre 0,012 a 0,014 que correspondem a um valor de Ks da ordem de 1 a 2 mm. Estes valores são compatíveis com o tipo de acabamento de revestimento em concreto, desde que atendam a cuidados construtivos rigorosos.

Neste projeto será adotado n=0,013.

O projeto de galerias de águas pluviais pelo método racional, do mesmo modo que por qualquer outro método, adota os seguintes princípios:

- 1) Numa galeria de águas pluviais temos as condições de escoamento como conduto livre, em regime permanente e uniforme.
- 2) Quando a seção da galeria tem a forma circular, ela funciona à plena seção. No caso de seção retangular deve-se garantir a condição de conduto livre, admitindo um espaço acima do nível d'água de, no mínimo, 10cm.
- 3) O diâmetro ou a dimensão mínima da tubulação principal é de 40cm, para evitar entupimentos.
- 4) Admite-se utilizar diâmetros menores que 40cm, desde que não seja utilizado como trecho principal da galeria.
- 5) A velocidade mínima à plena seção é de 0,75 m/s.
- 6) A velocidade máxima permissível será de 8,00 m/s para evitar erosão excessiva.



7) As dimensões da galeria não devem decrescer na direção de jusante, mesmo que, com o aumento da declividade, um conduto de menores dimensões tenha capacidade adequada.

8) A declividade da galeria, tanto quanto possível, deve ser igual a do terreno para termos menos escavação. Muitas vezes é conveniente usar galeria de menor dimensão empregando declividade maior que a do terreno, por ser mais econômico a despeito do aumento da escavação.

9) Na junção das galerias as geratrizes superiores terão a mesma cota.

## **7 Cálculo dos coletores de drenagem**

O cálculo da seção leva em consideração, como critério básico, a capacidade extravasora dos coletores de drenagem. DRENAGEM PLUVIAL

### **7.1 Caixas de Ligação, Bocas-de-lobo e Boca de Bueiro**

Executar lastro de concreto simples  $F_{ck} \geq 15\text{MPa}$ .

Alvenaria será executada com blocos maciços, com dimensões modulares e uniformes, faces planas, arestas vivas, textura homogênea, duros e sonoros, isentos de trincas, lascas ou outros defeitos visíveis.

Argamassa de assentamento de cimento e areia no traço 1:3

Argamassa de revestimento da alvenaria e regularização do fundo, com hidrófugo;

Aço CA50/60 para armadura complementar;

Tampa de concreto armado.

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

Escavação manual em terra de qualquer natureza e apiloamento do fundo.

Quando executada em piso pavimentado, deve estar alinhada ao mesmo e receber o mesmo tipo de acabamento na tampa. Um eventual desnível nunca poderá ser maior que 1,5cm. Os vãos entre as paredes da caixa e a tampa não poderão ser superiores a 1,5cm (NBR 9050).

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: concreto  $f_{ck} \geq 20\text{MPa}$ , armado conforme projeto, aço CA- 50.

Vedação da tampa de inspeção com argamassa de rejunte e areia.

Verificar 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).

Verificar os vãos da tampa (máx. 1,5cm) 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.

A medição será feita por unidade executada completa, inclusive tampa.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera as despesas com materiais, mão de obra, transportes e serviços de escavação e reaterro.

## 7.2 Poços de visita

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras referidas, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares. Recomenda-se, no mínimo, os seguintes equipamentos:

- a) Caminhão basculante;
- b) Caminhão de carroceria fixa;
- c) Betoneira ou caminhão betoneira;
- d) Motoniveladora;
- e) Pá carregadeira;
- f) Rolo com pactador metálico;
- g) Retroescavadeira ou valetadeira;
- h) Guincho ou caminhão com grua ou “Munck”;

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 instalados 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 marinheiro, 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.

A medição será feita por unidade executada completa, inclusive tampa.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera as despesas com materiais, mão de obra, transportes e serviços de escavação e reaterro.

### 7.3 Locação de tubulação

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

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 à 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.

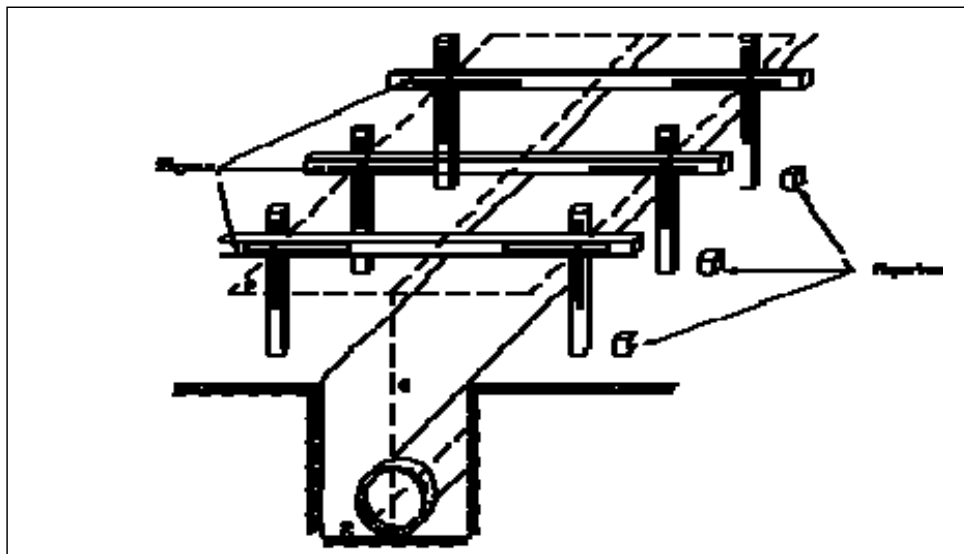
As cotas de fundo das valas deverão ser verificadas de 10 em 10 metros, antes do assentamento da tubulação/galeria, para que sejam obedecidas as cotas de projeto, quer sejam nos trechos planos com em aclives ou declives.

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 ( $\varnothing$ )
- 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 medição será feita pela extensão de rede locada, em metros lineares.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o equipamento e pessoal necessários para execução do serviço e acompanhamento da obra.



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, à juízo da fiscalização.

A medição será feita pela extensão da rede a ser locada, em metros lineares.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o equipamento e pessoal necessários para execução do serviço e acompanhamento da obra.

#### 7.4 Tubulação de drenagem

As escavações deverão ser executadas de acordo com as cotas, larguras e alinhamentos indicados no projeto. 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 bota fora. Para assentamento da tubulação, deverá ser executado berço em areia.

Para esta obra, o bota-fora previsto será uma área próxima a obra indicada em projeto, ou a critério da fiscalização (DMT 1km).

Os caminhões deverão apresentar boa vedação e capacidade mínima de carregamento de 6 m<sup>3</sup>, devendo atender às normas e horários estipulados pelos órgãos competentes do Município.

O assentamento dos tubos será feito sobre pranchão de madeira e berço areia, lançado sobre o terreno natural compactado. Quando indicado em projeto, o berço será executado em concreto usinado fck 15MPa

As juntas dos tubos serão feitas com geotêxtil não tecido, com a seguinte especificação: Nível II (resistência à tração na direção de menor resistência de 12kN/m e resistência ao puncionamento de 2,6kN).

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 15cm, adensado hidraulicamente, sendo compactado com equipamento manual até uma altura de 60cm 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.

#### Critérios de medição e pagamento:

A medição da escavação será feita pelo volume escavado, em metros cúbicos.

O pagamento da escavação será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o equipamento e pessoal necessários para execução do serviço, considerando o coeficiente de empolamento do material no preço unitário.

A medição do transporte será feita pelo volume escavado, em metros cúbicos.

O pagamento do transporte será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o equipamento e pessoal necessários para execução do serviço, considerando o coeficiente de empolamento do material (1,25) no preço unitário.

A medição da tubulação será feita pela extensão executada, em metros lineares, discriminando-se o diâmetro interno das tubulações.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o fornecimento dos materiais, assentamento e rejuntamento da tubulação.

A medição do berço de areia e o de concreto será feita pelo volume executado, em metros cúbicos.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o fornecimento dos materiais e execução do berço.

O transporte do material da jazida até a pista será pago separadamente, considerando o DMT 32 km, conforme especificado em planta, e volume medido compactado (o coeficiente de empolamento deverá ser considerado no preço unitário).

A medição do pranchão de madeira para assentamento da tubulação será feita pela área instalada, em metros quadrados.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o fornecimento dos materiais e execução do serviço.

A medição do reaterro de vala será feita pelo volume executado compactado, em metros cúbicos.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera a mão de obra, ferramentas e equipamentos para execução dos serviços.

## **8 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE SERVIÇOS**

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.

### **8.1 SERVIÇOS PRELIMINARES**

### 8.1.1 Administração Local de obra

A contratada deverá manter durante a execução da obra um encarregado de obra, um engenheiro de obra e um engenheiro auxiliar para executar os serviços de administração local da obra, além de vigias para a segurança da obra.

A unidade de pagamento é mês e o custo remunera todo o pessoal que atua na administração local da obra (engenheiros, encarregados e vigias), veículos utilizados na administração, material de escritório.

O custo unitário remunera o valor mensal dispêndio com a administração da obra, incluindo a mão de obra de administração, veículos da administração, despesas de escritório (material de consumo).

### 8.1.2 Sinalização de segurança

É de responsabilidade da contratada providenciar toda a sinalização de segurança durante a execução de toda obra. Todos os materiais e equipamentos a serem empregados deverão possuir prévia autorização da fiscalização.

A sinalização será medida seguindo a extensão da obra, em metros lineares.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera a mão de obra, aquisição de materiais, ferramentas, equipamentos, transporte até o local de aplicação e a manutenção até o final da obra.

### 8.1.3 Placa de Obra

A placa será destinada à identificação da obra, de acordo com o Manual de Placas de Obra, que regulamenta os modelos de placas e adesivos indicativos de obras contratadas pelo Agente Financeiro.

A placa deverá ser confeccionada em chapa plana metálica galvanizada pintada com tinta a óleo ou tinta esmalte, estruturada sobre barrotes de madeira ou perfis metálicos. A placa possuirá tamanho de 2,50 x 4,00m (1 unidade), 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.

A placa deverá ser fixada pela CONTRATADA em local visível a ser indicado pela FISCALIZAÇÃO, preferencialmente nos acessos principais ou voltadas para a via que forneça melhor visualização das mesmas. 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.

A medição será feita pela área, em metros quadrados, de placa instalada.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera a fabricação da placa,



entrega no local de instalação, escavação do solo, montagem, posicionamento e fixação da estrutura da placa e fixação da placa metálica.

#### 8.1.4 Abrigo Provisório

O abrigo provisório deverá abrigar o escritório da obra em formato de container de 2,20x6,20m em chapa de aço nervurado trapezoidal, com isolamento termo acústico e chassis reforçado com piso de compensado naval, inclusive instalações elétricas e hidro sanitárias, composto por:

- ✓ Escritório
- ✓ Banheiro com 1 vaso sanitário, 1 lavatório, 1 mictório, 4 chuveiros.

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 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. A medição será feita por unidade por mês (unidade x mês).

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera a instalação e a manutenção do canteiro, durante o período das obras.

### 8.1.5 REMOÇÕES E DEMOLIÇÕES

Em toda a largura da rua na área de intervenção, os 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) marteleiros e rompedores pneumáticos;
- b) compressores de ar;
- c) motoniveladora pesada com escarificador;
- 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 infra-estruturas existentes, etc.

O material retirado deverá ser transportado para bota-fora a ser definido pela fiscalização. Os materiais reaproveitáveis, deverão ser transportados até local destinado pela Fiscalização (DMT 1km).

Os materiais 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.

Equipamento: Caminhão - caixa convencional.

A medição dos volumes transportados será feita com base nos volumes geométricos efetivamente removidos, medidos no corte (estado natural).

Os volumes assim medidos serão multiplicados pela percentagem de empolamento do material (50%) para se obter os volumes a serem indenizados

## 9 PAVIMENTAÇÃO

### 9.1 Regularização do subleito

#### 9.1.1 Escavação

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

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 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.

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.

Os serviços serão medidos por volume de material escavado, em metros cúbicos.

Não serão pagas escavações em excesso, que ultrapassem as dimensões previstas em projeto, sem que sejam absolutamente necessárias e justificadas. O mesmo critério caberá à remoção e recomposição desnecessárias de pavimentos.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o equipamento e pessoal necessários para a execução dos serviços.

### 9.1.2 Carga e transporte do material para bota-fora

Os volumes de corte da região em que o solo não possuir capacidade de suporte, devem ser destinados ao bota-fora.

É responsabilidade da empresa contratada o transporte do material escavado até o bota fora.

Para esta obra, o bota-fora previsto será uma área próxima a obra indicada em projeto, ou a critério da fiscalização (DMT 1 km).

Os caminhões deverão apresentar boa vedação e capacidade mínima de carregamento de 6 m<sup>3</sup>, devendo atender às normas e horários estipulados pelos órgãos competentes do Município.

A medição será feita pelo volume escavado, em metros cúbicos.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o equipamento e pessoal necessários para execução do serviço, considerando o coeficiente de empolamento do material no preço unitário.

### 9.1.3 Regularização e compactação do subleito

Operação destinada a conformar o leito estradal, transversal e longitudinalmente, obedecendo às larguras e cotas constantes do projeto.

Para este serviço será aproveitado o próprio material existente na via.

As exigências deste item, não eximirão as construtoras das responsabilidades futuras com relação às condições mínimas de resistência e estabilidade que o solo deverá satisfazer.

Toda a vegetação e material orgânico, porventura existentes no leito da via, serão removidos previamente.

#### **EQUIPAMENTOS**

- ✓ Trator com lâmina frontal
- ✓ Carregador frontal
- ✓ Caminhões basculantes
- ✓ Motoniveladora com escarificador
- ✓ Rolo pé-de-carneiro, pneumático, compactador liso, autopropulsores
- ✓ Carro tanque com barra distribuidora de água
- ✓ Equipamento pulvi-misturador ou grade de discos.

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 até uma profundidade de 15 cm.

Quando necessário, é obrigatoriamente feito o umedecimento ou secagem do material a compactar, até obter-se a umidade ótima.

Quando não se dispuser de equipamento pulvi-misturador, a homogeneização da umidade poderá ser feita com sucessivas passagens do carro tanque distribuidor de água, seguido de motoniveladora, que recolherá o material umedecido numa leira e assim sucessivamente até ter-se todo o material enleirado, promovendo-se então o seu novo espalhamento para fins de 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 relocação do eixo e dos bordos, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- ✓  $\pm 2$  cm em relação às cotas de projeto.
- ✓  $\pm 5$  cm quanto à largura da plataforma.

A medição será feita pela área regularizada, em metros quadrados.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o equipamento e pessoal necessários para execução do serviço.

#### **9.1.4 Locação dos serviços de pavimentação**

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

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.

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

A medição será feita pela área locada, em metros quadrados.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o equipamento e pessoal necessários para execução do serviço e acompanhamento da obra.

## 9.2 Reestruturação do Pavimento

### 9.2.1 Camada de Base com material 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 em que se espalha mais material de enchimento e se continua com as operações de compressão.

A medição será feita pelo volume aplicado, em metros cúbicos.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o fornecimento dos materiais e todas as operações de mistura, espalhamento, homogeneização, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento, manutenção, drenagem e conservação de caminhos de serviço.

O transporte do material da jazida até a pista será pago separadamente, considerando o DMT 32 km, conforme especificado em planta, e peso específico de 2,40 t/m<sup>3</sup> (em relação ao material compactado na pista, conforme manual DNIT).

### 9.2.2 Dreno subsuperficial de bordo

Nos locais indicados no projeto, deverão ser executados drenos subsuperficiais para preservar as condições de suporte para os pavimentos, além de contribuir para os dispositivos de drenagem na captação e condução das águas que se infiltram nos revestimentos permeáveis que por ação do tráfego podem causar danos às camadas de base e sub-base, provocando desgaste precoce do pavimento.

Quanto à forma construtiva e conforme indicado em projeto, os drenos poderão ser cegos ou com tubos.

O material drenante deverá dispor de permeabilidade adequada ao material local e ao volume de água a ser removida.

Poderão ser utilizados como material drenante produtos naturais ou resultantes de britagem, classificados como rocha sã, areias, pedregulhos naturais ou seixos rolados isentos de impurezas e de torrões de argila.

A granulometria do material drenante deverá atender às seguintes condições:

- a) o material filtrante não poderá ser colmatado pelo material envolvente;
- b) a permeabilidade deverá ser satisfatória;
- c) os fragmentos do material drenante devem ser compatíveis com os orifícios ou ranhuras dos drenos, de modo a não escoarem pelos tubos.

O material filtrante deverá ter granulometria satisfatória, de modo a impedir que as partículas finas possam ser conduzidas por via fluida e que fiquem retidas nos interstícios do material drenante, causando sua colmatção.

O material filtrante do dreno subsuperficial deverá ser envolvido em geotêxtil não tecido RT14.

Os tubos perfurados para drenos subterrâneos serão de PVC 150 mm, adotando-se as recomendações dos fabricantes e atendidas as normas NBR 7362 e NBR 7367/88.

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação dos drenos e compatíveis com os materiais utilizados, recomendando-se os seguintes equipamentos:

- a) caminhão basculante;
- b) caminhão de carroceria fixa;

- c) betoneira ou caminhão betoneira;
- d) motoniveladora;
- e) pá carregadeira;
- f) rolo compactador metálico ou compactadora vibratória;
- g) retroescavadeira ou valetadeira;
- h) guincho ou caminhão com grua ou “Munck”.

Os drenos subsuperficiais deverão ser construídos cumprindo-se as seguintes etapas:

- ✓ A abertura das valas deve atender às dimensões estabelecidas no projeto-tipo adotado;
- ✓ As valas deverão ser abertas no sentido de jusante para montante, paralelas ao eixo, na posição indicada no projeto;
- ✓ A declividade longitudinal mínima do fundo das valas deverá ser de 1%;
- ✓ Deverá ser utilizado um processo de escavação compatível com a dificuldade de extração do material;
- ✓ A disposição do material escavado será feita em local próximo aos pontos de passagem, de forma a não prejudicar a configuração do terreno e o escoamento das águas superficiais;
- ✓ Instalação dos drenos subsuperficiais;
- ✓ O preenchimento das valas deverá ser no sentido de montante para jusante, com os materiais especificados no projeto;
- ✓ O espalhamento do material granular no preenchimento das valas deverá ser feito em camadas com espessura máxima de 30 cm, com o agregado na umidade indicada no projeto e adensado com rolos vibratórios ou placas metálicas vibratórias manuais.

Os drenos tubulares com filtro de manta geotêxtil não tecido serão constituídos por material drenante envolvendo um tubo dreno PVC perfurado, sendo o conjunto protegido por manta sintética/geotêxtil não tecido com função de filtro.

O preenchimento das valas envolve:

- ✓ Colocação de manta sintética fixada nas paredes da vala e na superfície anexa ao dreno com grampos de ferro de 5 mm, dobrados em forma de “U”;
- ✓ Execução de camada de 10 cm de material drenante compactado, no fundo da vala;
- ✓ Instalação dos tubos dreno com furos em toda a superfície do tubo;
- ✓ Complementação da vala com material drenante, compactado em camada de igual espessura de, no máximo, 30 cm cada uma;
- ✓ Dobragem e costura da manta com sobreposição transversal de cerca de 20 cm, complementando o envelopamento;
- ✓ A sobreposição da manta nas emendas longitudinais deverá ter, pelo menos, 20 cm com uso de costura ou 50 cm sem costura.

Os drenos cegos com filtro de geotêxtil não tecido são constituídos por um material drenante envolvido por manta sintética. As etapas executadas são as seguintes:

- ✓ Execução das bocas de saída dos tubos de condução que deverão ser posicionados sempre em seção de aterro, aplicando-se tanto a drenos longitudinais quanto a



drenos transversais rasos;

- ✓ Opcionalmente, os drenos longitudinais rasos poderão descarregar em caixas coletoras ou em drenos longitudinais profundos, para cortes extensos, ou em drenos transversais localizados em aterro.

A medição será feita pela extensão executada, em metros lineares.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o fornecimento e a colocação de materiais, mão de obra, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução.

### 9.3 Fresagem

A fresagem de um pavimento (base ou revestimento) com o emprego de equipamento próprio é o processo pelo qual o equipamento corta as camadas necessárias, empregando movimento rotativo contínuo através de equipamento adotado de cortador giratório.

A fresagem será aplicada nos seguintes casos, conforme indicado em projeto:

- 1 – Remoção seletiva das camadas de revestimento;
- 2 – Remoção de deformações plásticas (longitudinais e transversais);
- 3 – Remoção de áreas danificadas do pavimento em serviços de conservação.

Todo equipamento, antes do início da execução da obra deverá ser examinado, devendo estar de acordo com esta Especificação. Os equipamentos requeridos são os seguintes:

O equipamento para remoção do pavimento deverá ter dispositivo de regulação de espessura da camada do pavimento que será removida.

A fresagem deve ser executada:

- por equipamento próprio na espessura, largura e extensão estabelecida em projeto;
- antes do início dos serviços, deverá ser delimitada a área a ser fresada, o local de estocagem, de material fresado, quando for o caso (a fiscalização deverá acompanhar e aprovar a marcação da fresagem).

A remoção do revestimento, deverá ser estocado em local apropriado a fim de não causar danos ao meio ambiente.

A medição será feita pela área fresada, com metros quadrados.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o fornecimento e a colocação de materiais, mão de obra, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução.

## **10 Revestimento do pavimento**

### **10.1 Imprimação**

Consiste na aplicação de uma camada de material asfáltico sobre a superfície de uma base concluída (base de brita graduada), 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:

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

A medição será feita pela área executada, medido após execução, em metros quadrados. Será pago após a medição do item executado parcial ou integralmente. O preço unitário remunera os custos de todas as operações e encargos para a execução da imprimação.

## 10.2 Pintura de Ligação

Após a execução da imprimação, a superfície deverá receber uma camada de pintura de ligação com emulsão asfáltica RR-2C para posterior execução da camada de revestimento em CBUQ. Entre camadas de CBUQ também deverá ser aplicada uma camada de 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>;

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.

A medição será feita pela área executada, medido após execução, em metros quadrados. Será pago após a medição do item executado parcial ou integralmente. O preço unitário remunera os custos de todas as operações e encargos para a execução da pintura de ligação.

## 10.3 Revestimento com 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.

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...), apresentando partículas limpas e duráveis, livres de torrões de argila e outras substâncias nocivas, atendendo aos seguintes requisitos:

- ✓ 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%;
- ✓ 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%;

- ✓ 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;
- ✓ 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...) 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:

- ✓ 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%;
- ✓ 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 faixa a ser usada deve ser aquela, cujo diâmetro máximo seja igual ou inferior a 2/3 da espessura da camada de revestimento;
- ✓ 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;
- ✓ 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;
- ✓ As granulometrias dos agregados miúdos (fração < 2,0 mm) deverão ser obtidas por "via lavada";
- ✓ 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 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:

- ✓ Soquetes mecânicos ou placas vibratórias, para a compressão de áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais;
- ✓ 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 vibroacabadora.
- ✓ 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 se destina 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.

Deverá ser realizado, obrigatoriamente, o controle tecnológico das obras de pavimentação.

A PMB deverá exigir da construtora, um Laudo Técnico de Controle Tecnológico e os resultados dos ensaios realizados em cada etapa dos serviços (base, imprimação, pintura de ligação, e revestimento em CBUQ) conforme exigências normativas do DNIT que serão apresentados no último boletim de medição.

O Controle Tecnológico deverá ser feito de acordo com as recomendações constantes nas "Especificações de Serviço (SE)" e normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transpostes – DNIT.

O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico da produção e do produto são estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Os custos dos ensaios tecnológicos estão embutidos nos preços dos serviços de pavimentação e não serão pagos separadamente.

A medição será feita pelo volume executado em toneladas, medido após execução, em metros cúbicos multiplicados pelo peso específico do revestimento (2,4 t/m³).

Será pago após a medição do item executado parcial ou integralmente. O preço unitário remunera os custos de todas as operações e encargos para a execução do revestimento em CBUQ.

O transporte do material da usina até a pista será pago separadamente, considerando o DMT 32 km, conforme especificado em planta, e peso específico de 2,4 t/m³ (em relação ao material compactado na pista, conforme manual DNIT).

## 10.4 Revestimento com CBUQ/PMF

Os serviços consistem na usinagem de materiais e aplicação na pista, incluindo o fornecimento, carga, transporte, descarga, mão-de-obra e equipamentos necessários a execução de camadas de pré-misturado a quente (PMQ).

Pré-misturado a quente, é a mistura asfáltica executada em usina apropriada, a quente, composta por agregado mineral e cimento asfáltico de petróleo, espalhada e comprimida a quente. O PMQ é usualmente utilizado como camada de rolamento em pavimentos novos ou recapeamento de pavimentos antigos.

Limpeza de todo o material asfáltico e de base dentro da área demarcada e em seguida proceder a compactação do fundo com sapo mecânico.

Todo equipamento deverá ser inspecionado pela fiscalização, devendo dela receber aprovação, sem o que não será dada a autorização para o início dos serviços.

Os depósitos para o cimento asfáltico deverão ser capazes de aquecer o material, conforme as exigências técnicas estabelecidas.

Os silos deverão ser divididos em compartimentos, dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações dos agregados, sendo vedado a utilização de silo bipartido com materiais de procedência ou características distintas.

A usina utilizada deverá apresentar condições de garantir a constância de produção e produzir misturas asfálticas uniformes e de qualidade, devendo ser totalmente revisada e aferida em todos os seus aspectos antes do início da produção.

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

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, garfos, rastelos, vassourões e ancinhos, para auxiliar as operações de execução dos serviços;

As seguintes recomendações de ordem geral são aplicáveis a execução do PMQ:

- a) Não será permitida a execução dos serviços durante dias de chuva;

O Pré-misturado a quente deverá ser produzido em usina apropriada, atendendo aos requisitos apresentados no item 3.3 desta especificação. 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 na faixa de 75 a 95 segundos.

Não é permitido o aquecimento do cimento asfáltico acima de 172°C.



A temperatura de aquecimento dos agregados, medida nos silos quentes, deverá ser da ordem de 5°C superior à temperatura definida para o aquecimento do ligante, desde que não supere a 177°C.

Durante todo o tempo que durar a construção, até o recebimento da camada de Pré Misturado a quente, os materiais e os serviços serão protegidos contra ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da empreiteira a responsabilidade desta conservação.

Não será permitido nenhum trânsito sobre a camada concluída, enquanto sua temperatura for maior que a ambiente.

Toda a sinalização de trânsito para eventuais desvios de tráfego ou interrupção de vias, exigidas pela fiscalização visando a segurança, serão de responsabilidade da empreiteira.

A medição será feita pelo volume executado em toneladas, medido após execução, em metros cúbicos multiplicados pelo peso específico do revestimento (2,2 t/m³).

Será pago após a medição do item executado parcial ou integralmente. O preço unitário remunera os custos de todas as operações e encargos para a execução do revestimento em PMQ.

O transporte do material da usina até a pista será pago separadamente, considerando o DMT 32 km, conforme especificado em planta, e peso específico de 2,2 t/m³ (em relação ao material compactado na pista, conforme manual DNIT).

### 1.1.3 Meio-fio

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 NBR - 5732, NBR - 5733, NBR 5735 e NBR - 5736.

Deverão atender, ainda, as seguintes condições:

- Resistência à compressão simples: (20 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.

Os meios-fios de concreto pré-moldados deverão ter comprimento de 1,00 m e as outras dimensões variáveis em função do formato de cada um.

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 feita 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.

A medição será feita pela extensão executada, em metros lineares.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera a mão de obra, materiais, equipamentos, transporte até o local da aplicação, incluindo serviços de escavação, camada de brita, assentamento, reaterro e rejuntamento entre as peças.

## 10.5 Arrancamento e reassentamento de meio-fio

Os locais onde houver meio-fio pré-moldado em concreto em condições de reutilização deverão ser retirados e reassentados conforme item 6.4.5

A medição será feita pela extensão executada, em metros lineares.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera a mão de obra, materiais, equipamentos, transporte até o local da aplicação, incluindo retirada, serviços de escavação, camada de brita, assentamento, reaterro e rejuntamento entre as peças.

## **1.2 SERVIÇOS COMPLEMENTARES**

### **1.2.1 Urbanização**

#### **12.4 6.7.1.1 Execução de canteiros**

Deverá ser executado o plantio de grama nos locais indicados em projeto, com terra de boa qualidade, destorroada e armazenada em local designado pela Fiscalização, no local de execução dos serviços e obras. O adubo orgânico entregue a granel ou ensacado será depositado em local próximo à terra de plantio, sendo prevista uma área para a mistura desses componentes.

A água utilizada na irrigação será limpa, isenta de substâncias nocivas e prejudiciais a terra e às plantas.

O terreno destinado ao plantio será inicialmente limpo de todo o material prejudicial ao desenvolvimento e manutenção da vegetação, removendo-se tocos, materiais não biodegradáveis, materiais ferruginosos e outros. Os entulhos e pedras serão removidos. A vegetação daninha será totalmente erradicada das áreas de plantio.

As áreas de plantio que tenham sido eventualmente compactadas durante a execução dos serviços e obras deverão ser submetidas a uma aragem profunda.

A medição será feita pela área de canteiro executada, em metros quadrados.

O pagamento será feito pelo preço unitário e remunera o fornecimento da grama, da terra vegetal, mão de obra e ferramentas necessárias para a execução do serviço.

## 12.5 7 MEMORIAL DE 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 Tleas Soldadas) em parceria com a ABTC (Associação Brasileira dos Fabricntes 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:

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

$\phi 40 \rightarrow h$	$s_{,li}$ $m$	$= \frac{49 - 20}{1,4} \cong 20\text{cm}$
$\phi 60 \rightarrow h$	$s_{,li}$ $m$	$= \frac{72 - 20}{1,4} \cong 30\text{cm}$
$\phi 80 \rightarrow h$	$s_{,li}$ $m$	$= \frac{94,4 - 20}{1,4} \cong 50\text{cm}$
$\phi 100 \rightarrow h$	$s_{,li}$ $m$	$= \frac{116 - 20}{1,4} \cong 70\text{cm}$
$\phi 120 \rightarrow h$	$s_{,li}$ $m$	$= \frac{142 - 20}{1,4} \cong 90\text{cm}$
$\phi 150 \rightarrow h$	$s_{,li}$ $m$	$= \frac{168 - 20}{1,4} \cong 105\text{cm}$

Assim, quando a altura de terra ( $h_s$ ) for maior que  $h_{s,lim}$ , 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 isotrópico. Outra simplificação será considerar que a pressão vertical, proveniente de forças aplicadas na superfície, se propague com um ângulo  $\phi = 35^\circ$  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:

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

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 = lad 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:

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

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

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

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

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

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

$$t = 2,3 + 1,4 \times h_s$$

Onde:

$Q_r$  = peso de cada roda, 50Kn;

$d_e$  = diâmetro externo da tubulação.

$\varphi$  = coeficiente de impacto para tráfego rodoviário, conforme tabela abaixo.

Coeficiente de impacto	
Altura de cobrimento $h_s$ (m)	( $\varphi$ )
$\leq 30$	1,3
$\leq 60$	1,2
$\leq 90$	1,1
$\geq 90$	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 apilado, 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  $f_{ck} \geq 15 \text{ MPa}$  e cuja espessura, sob o tubo, deve ser no mínimo  $\frac{1}{4}$  do diâmetro interno, e estendendo-se verticalmente, até  $\frac{1}{4}$  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;

$q_m$  – resultante das sobrecargas, em geral de tráfego, multiplicadas pelo coeficiente de impacto, quando for o caso;

$\alpha_{eq}$  – fator de equivalência, conforme definido anteriormente, em função do tipo de base para assentamento.

Os coeficientes de segurança normalmente empregados são:

$\gamma_t = 1,0$  para a carga de fissura (trinca);

$\gamma_r = 1,5$  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 ( $\phi$ )	q <sub>m</sub> (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
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
150	0,14	<b>1,00</b>	2,300	0,43	0,40	40,60	50	1	20,00

Força ensaio de compressão diametral	Verificações para Concreto Simples	Verificações para Concreto Armado
--------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------



## PAVIMENTAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DE VIAS URBANAS

Vicinal BBD - 147 – Bebedouro-SP

fatores de equivalência para instalação em vala ( $\alpha$ )	Ferros	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	PS2
1,9	15,40	15,40	23,10	PS2	PA1	PA1	PS2
1,9	19,80	19,80	29,70	PS2	PA1	PA1	PS2
1,9	22,10	22,10	33,15	NA	PA1	PA1	PA1
1,9	24,70	24,70	37,05	NA	PA1	PA1	PA1
1,9	31,90	31,90	47,85	NA	PA1	PA1	PA1

# PAVIMENTAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DE VIAS URBANAS

Vicinal BBD - 147 – Bebedouro-SP

## 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 (m)	largura média da vala - bv (m)	hs/bv	Cv	q (KN/m)	Carga por roda - Qr (kN)	Coefficiente de impacto (i)	q <sub>m</sub> (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
120	0,14	2,80	2,300	1,22	1,02	103,60	50	1	8,20
150	0,14	2,30	2,600	0,88	0,77	99,90	50	1	11,70

Força ensaio de compressão diametral				Verificações para Concreto Simples	Verificações para Concreto Armado		
fatores de equivalência para instalação em vala (a)	Fe <sub>ns</sub>	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	PS2
1,9	15,70	15,70	23,55	PS2	PA1	PA1	PS2
1,9	23,80	23,80	35,70	PS2	PA1	PA1	PS2
1,9	31,90	31,90	47,85	NA	PA1	PA1	PA1
1,9	39,40	39,40	59,10	NA	PA1	PA1	PA1
1,9	58,	58,8	88,2	Projeto Executivo – Maio/2022	P	P	PA1

## PAVIMENTAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DE VIAS URBANAS

Vicinal BBD - 147 – Bebedouro-SP

	80	0	0		A 1	A 1	
1,9	58, 70	58,7 0	88,0 5	NA	P A 1	P A 1	PA1

## 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 (i)	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
120	0,14	2,90	2,300	1,26	1,05	106,60	50	1	7,90
150	0,14	2,40	2,600	0,92	0,80	103,80	50	1	11,20

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	PA1	PA1	<b>PS2</b>
2,8	11,00	11,00	16,50	PS2	PA1	PA1	<b>PS2</b>

## PAVIMENTAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DE VIAS URBANAS

Vicinal BBD - 147 – Bebedouro-SP

2,8	16,90	16,90	25,35	PS2	PA1	PA1	PS2
2,8	22,40	22,40	33,60	NA	PA1	PA1	PA1
2,8	27,40	27,40	41,10	NA	PA1	PA1	PA1
2,8	40,90	40,90	61,35	NA	PA1	PA1	PA1
2,8	41,10	41,10	61,65	NA	PA1	PA1	PA1

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

Classificação dos tubos:

30 – PS2

40 – PS2

60 – PS2

80 – PA1

100 – PA1

120 – PA1

150 – PA1

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.

---

**Responsável Técnico**  
**Victor Barbieri Ribeiro**