

também o tempo de percurso, até a seção de drenagem, de uma porção caída no ponto mais distante da bacia.

A Intensidade de chuva (I) para cada bacia foi obtida considerando a duração da chuva igual ao Tempo de Concentração (T<sub>c</sub>) da bacia.

Os tempos de concentração (T<sub>c</sub>) foram calculados usando-se a expressão proposta pelo "Califórnia Highways and Public Roads":

$$T_c = 57 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

T<sub>c</sub> = tempo de concentração, em minuto;

L = comprimento de linha de fundo (Talvegue), em Km;

H = Diferença de nível, em metro.

#### Vazões de Projeto

O cálculo das vazões das bacias foi realizado considerando a área de contribuição, conforme segue:

➤ **Pequenas bacias** - áreas de contribuição inferiores 3,0 km<sup>2</sup>, correspondem em geral às obras de micro drenagem como: sarjetas, banquetas, descidas d'água, bueiros tubulares e galerias cujas vazões são calculadas pelo **Método Racional**, com a fórmula:

Q =

Onde:

$$\frac{C \cdot I \cdot A}{3,60}$$

Q = vazão de projeto (m<sup>3</sup>/s)

I = intensidade de precipitação (mm/h), para uma duração igual ao tempo de concentração.

A = área da bacia (km<sup>2</sup>)

C = coeficiente adimensional de deflúvio ou escoamento superficial (coeficiente de "RUN-OFF"), cujos valores estão representados nos Quadro 01.

A Prefeitura Municipal de São Paulo (Wilken, 1978) adota os seguintes valores de C:  
**Quadro 01 (Valores do coeficiente de escoamento superficial "C" da Prefeitura Municipal de São Paulo)**

Tipos de Superfície	Coefficientes "C", de "RUN-OFF"
<b>Edificação muito densas:</b> Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas	0,75 a 0,95
<b>Edificação não muito densa:</b>	0,60 a 0,70

Partes adjacentes ao centro, de menos densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	
<b>Edificação com poucas superfícies livres:</b> Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 a 0,60
<b>Edificações com muitas superfícies livres:</b> Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas.	0,25 a 0,50
<b>Subúrbios com alguma habitação:</b> Partes de arrabaldes e suburbanos com pequena densidade de construção	0,10 a 0,25
<b>Matas, parques e campos de esportes:</b> Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esportes sem pavimentação	0,05 a 0,20

Fonte: Wilken, 1978

O Projeto de Drenagem foi desenvolvido conforme as Instruções de Serviço para Projeto de Drenagem contido no Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER e DNIT e literatura existente.

Os elementos de drenagem superficial, galerias e bueiros, foram dimensionados com capacidade de atender às vazões do projeto obtidas dos estudos hidrológicos.

### Galeria em Tubos de Concreto

O dimensionamento hidráulico das galerias de águas pluviais foi efetuado com a equação de Chézy.

O diâmetro para a seção plena é calculado com a expressão:

$$D_p = 1,548 \cdot (n \cdot Q \cdot I^{-0,50})^{3/8}$$

Onde:

n = coeficiente de manning;

Q = Vazão escoando no tubo,

I = Declividade do trecho

A vazão para a seção plena é calculada com a expressão:

$$Q_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot n} \cdot \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Onde:

D = Diâmetro do Tubo;



$n$  = coeficiente de manning;

$I$  = Declividade do trecho

A velocidade para a seção plena é calculada com a expressão:

$$V_p = \frac{1}{n} \cdot \left( \frac{D}{4} \right)^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Onde:

$D$  = Diâmetro do Tubo;

$n$  = coeficiente de manning;

$I$  = Declividade do trecho

No projeto de galerias em canais, usualmente admite-se que o regime de escoamento é o de movimento uniforme. O movimento uniforme tem as seguintes características: a profundidade, seção molhada, velocidade e vazão, a cada seção do canal, devem ser constantes; a linha de energia, linha d'água e fundo do canal são paralelas, isto é, as declividades são iguais.

Muitas fórmulas práticas foram publicadas, a que será utilizada neste projeto é de Chézy com coeficiente de Manning (1890).

Fórmula de Chézy:

$$U = C \cdot \sqrt{R_H \cdot I}$$

Manning fez:

$$C = \frac{R_H^{1/6}}{n}$$

Então:

$$U = \frac{1}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Onde:

$U$  = velocidade média de escoamento, m/s;

$R_H$  = raio hidráulico, em m;

$I$  = declividade, em m/m; e,

$n$  = coeficiente de rugosidade (coeficiente  $n$  de Manning).



De posse da vazão de projeto  $Q$  e a declividade  $I$  compatível com a topografia local, onde o canal será construído, o dimensionamento de canais consiste na determinação dos elementos geométricos da seção transversal.

Pela equação da continuidade:

$$Q = U \cdot S$$

E substituindo a velocidade do movimento uniforme, na equação da continuidade, obtemos:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot S \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Sendo:

$$R_H = \frac{S}{P} = \frac{\text{Área molhada}}{\text{Perímetro molhado}}$$

Obtém-se para seções trapezoidais, retangulares e triangulares:

$$Y = \left( \frac{n \cdot Q}{\sqrt{I}} \right)^{0,6} \cdot \left[ \frac{(b + 2 \cdot y \cdot \sqrt{1 + z^2})^{0,4}}{b + z \cdot y} \right]$$

$$U = \left( \frac{Q}{y} \right) \cdot \frac{1}{b + z \cdot y}$$

$$y_c = \left( \frac{Q^2}{g} \right)^{1/3} \cdot \left[ \frac{(b + 2 \cdot z \cdot y_c)^{1/3}}{b + z \cdot y_c} \right]$$

$$U_c = \left( \frac{Q}{y_c} \right) \cdot (b + z \cdot y_c)$$

$$I_c = (n \cdot U_c)^2 \cdot \left[ \frac{(b + 2 \cdot y_c \cdot \sqrt{1 + z^2})}{y_c \cdot (b + z \cdot y_c)} \right]$$

Na seção retangular:  $z = 0$  e na seção triangular:  $b = 0$ .

No caso de seções retangulares, as expressões se tornam mais simples:

$$y_c = 0,47 \cdot \left( \frac{Q}{b} \right)^{2/3}$$

$$U_c = \sqrt{g \cdot y_c}$$



$$I_c = (n \cdot U)^2 \cdot \left[ \frac{b + 2 \cdot y_c}{y_c \cdot b} \right]$$

Em função do ângulo  $\alpha$ :

$$x = \frac{y}{\operatorname{sen} \alpha} \quad e \quad z = \frac{y}{\operatorname{tag} \alpha} \quad (\text{ângulo em radiano}).$$

$$B = b + 2 \cdot z = b + 2 \cdot \frac{y}{\operatorname{tag} \alpha}$$



### Poços de Visita

O poço de visita tem a função primordial de permitir o acesso às canalizações, para efeito de limpeza e inspeção, de modo que se possa mantê-las em bom estado de funcionamento bem como diminuir a velocidade da água em trechos onde a declividade do terreno é muito grande. Para facilidade desse objetivo é conveniente a sua localização nos pontos de reunião dos condutos (cruzamento de ruas), mudanças de seção, de declividade e de direção. O espaçamento máximo recomendado é de 80 m.

Quando a diferença de nível entre o tubo afluente e o efluente for superior a 0,70m, o poço de visita é projetado com um "degrau" limitando-se a 1,50m.

#### 1.1. Poços de Visita

Poços de vista são os dispositivos auxiliares implantados nas redes de águas pluviais, a fim de possibilitar a ligação das bocas-de-lobo à rede coletora e permitir as mudanças de direção, de declividade e dos diâmetros de tubos empregados, além de propiciar acesso para efeito de limpeza e inspeção da rede, devendo, para isso, ser instalados em pontos convenientes. São constituídos por uma câmara similar às caixas de ligação e passagem, a qual é acoplada uma chaminé protegida por uma tampa. As etapas executivas são as seguintes:

#### Câmara dos Poços de Visitas

- ▶ Compactação da superfície resultante da escavação das valas da rede coletora, no local de instalação do poço de visita;
- ▶ Instalação da forma do fundo da câmara, e dos tubos da rede coletora e/ou conexão à boca-de-lobo;
- ▶ Execução do fundo, sucedida da instalação das formas das paredes da caixa em concreto;



- ▶ Execução das paredes da caixa em concreto;
- ▶ Retirada das formas das paredes e fundo;
- ▶ Instalação das formas e armaduras da tampa, e concretagem "in loco", ou conforme projeto; e.
- ▶ Retiradas das formas da tampa, através do orifício da chaminé.

#### Chaminé dos Poços de Visita

- ▶ Execução do corpo da chaminé, com tudo de concreto de 600mm ou de acordo com o projeto;
- ▶ Execução da escada interna tipo "marinheiro", com aço CA-25 de 16mm dobrado, chumbada no corpo da chaminé;
- ▶ O tampão de ferro fundido será de ferro fundido dúctil DN 600 mm CL-300.

#### 1.2. Galerias de Concreto Armado

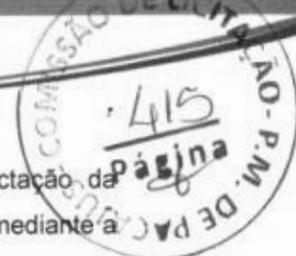
As galerias de concreto armado serão executadas conforme projeto. A micro drenagem dessa rua será dividida em trechos distintos, conforme apresentados no projeto.

As galerias serão construídas com células de concreto armado, conforme dimensionamento do projeto.

As galerias serão executadas sobre lastro de areia, após a escavação e regularização da superfície do terreno. Serão instalados junto a estrutura de concreto dos bueiros, pequenos drenos com barbacãs ligados diretamente ao interior das galerias. Após o assentamento dos tubos concreto armado será executado o reaterro das valas escavadas.

Nos bueiros o concreto utilizado no corpo e nas bocas deverão ser dosados experimentalmente para uma resistência característica à compressão (fck) min., aos 28 dias de 25 MPa, devendo ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118 e NBR 7187. As etapas executivas a serem atendidas na construção dos bueiros celulares de concreto são as seguintes:

- ▶ **Locação:** A execução dos bueiros celulares deverá ser precedida da locação da obra, de acordo com os elementos de projeto.
- ▶ **Escavação:** Os serviços de escavação das trincheiras necessárias à execução da obra poderão ser executados manual ou mecanicamente, em uma largura de 50cm superior à do corpo, para cada lado.



- ▶ Lastro: Concluída a escavação das trincheiras, será efetuada a compactação da superfície resultante, e as irregularidades remanescentes serão eliminadas mediante a execução de um lastro de areia, com espessura da ordem de 15cm, aplicado em camada contínua em toda a área abrangida pelo corpo e pela soleira das bocas, mais um excesso lateral de 15cm para cada lado.
- ▶ Corpo: A execução do corpo dos bueiros celulares serão divididas em três etapas de concretagem, desenvolvidas a partir da parte inferior da obra.

- Primeira Etapa de Concretagem:

Serão instaladas as armaduras da laje inferior e as formas das laterais, estas para dar apoio às armaduras laterais vinculadas. Segue-se a concretagem da laje de piso, até a cota superior das mísulas inferiores e a consequente vibração do concreto lançado.

- Segunda Etapa de Concretagem:

Serão posicionadas as armaduras das paredes e as formas laterais remanescentes. Segue-se a concretagem das paredes, até a cota inferior das mísulas superiores, e a consequente vibração do concreto lançado.

- Terceira Etapa de Concretagem:

Serão instaladas as formas e as armaduras da laje superior, e em seguida lançado e vibrado o concreto necessário à complementação do corpo do bueiro celular.

- ▶ Vigas das Cabeceiras: Nas extremidades dos bueiros serão executadas as vigas de topo inferior e superior, simultaneamente com a primeira e terceira etapas de concretagem.
- ▶ Juntas de Dilatação: Serão executadas juntas de dilatação a intervalos de no máximo 15m. Estas juntas serão executadas interrompendo-se dois "panos" anexos de concretagem, segundo uma transversal à obra, com uma peça de "madeirite" e uma placa de isopor, cada uma delas com espessura de 1cm. Concretado o 20 "pano" a peça de "madeirite" e o isopor serão retirados, e a junta será preenchida com mistura de cimento asfáltico e areia, vertida a quente. Opcionalmente poderá ser executada junta do tipo "fungband" ou similar, que assegure a estanqueidade da obra.
- ▶ Reaterro: Após concluída a execução do corpo do bueiro celular dever-se-á proceder à operação de reaterro. O material para o reaterro poderá ser o próprio material escavado, se este for de boa qualidade, ou material especialmente selecionado.
- ▶ Boca: A confecção das bocas (cabeceiras ou extremidades) dos bueiros celulares será iniciada pela escavação das valas necessárias à execução da viga de topo frontal.

Segue-se a instalação das formas necessárias a concretagem desta viga e da própria soleira, a disposição das armaduras, o lançamento e a vibração do concreto. Nesta ocasião, deverão ser ainda posicionadas as armaduras das alas que se ligam à soleira, apoiadas em uma das formas de cada ala. Posteriormente, serão instaladas as formas e armaduras remanescentes das alas, lançado e vibrado o concreto, concluindo-se a execução da boca.

- ▶ Acabamentos: Concluída a execução do corpo e das bocas, será efetuado o revestimento da laje de fundo do corpo e da soleira, utilizando-se argamassa de cimento-areia, traço 1:3.

### 1.3. Tubos de Ligação entre Caixas de Visita e Boca de Lobo

A rede coletora será constituída por tubos de concreto armado de seção circular, que deverão preferencialmente, ser instalados sob canteiros anexos ao pavimento.

No caso de instalação da rede sob a área trafegável, os tubos se apoiarão sobre berços idênticos aos previstos para bueiros tubulares ou conforme projeto. A sequência executiva envolve as seguintes etapas:

- ▶ Escavação das valas com as declividades e profundidades previstas no projeto, em largura superior ao diâmetro do tubo em 60cm ou na largura indicada pela Fiscalização;
- ▶ Compactação do fundo das valas com soquetes manuais ou mecânicos;
- ▶ Instalação dos tubos, conectando-se às bocas-de-lobo, caixas de ligação e passagem, poços de visitas ou saídas de concreto;
- ▶ Rejuntamento dos tubos com argamassa cimento-areia, traço 1:4; e;
- ▶ Execução do reaterro.

Os tubos de concreto armado a serem empregados terão armadura simples e serão do tipo de encaixe macho e fêmea ou ponta e bolsa, devendo atender às prescrições contidas na NBR 9794 da ABNT – "Tubo de Concreto Armado de Seção Circular para Águas Pluviais". A classe de tubo a empregar deverá ser compatível com a altura de aterro prevista. Os tubos deverão ser rejuntados com argamassa de cimento-areia, traço 1:4.

### 1.4. Concreto Armado para Obras de Arte Correntes (25,0 Mpa)

#### Materiais

- ▶ **Cimento** - Não havendo indicação em contrário, o cimento a empregar será o Portland comum ou de alto forno, devendo satisfazer as prescrições das NBR 5732 e NBR 5735

447  
Página 8  
LICITAÇÃO Nº 001/2022  
P.M. DE PACAJUS

- da ABNT. Caberá a Fiscalização aprovar o cimento a ser empregado, podendo exigir a apresentação de certificado de qualidade, quando julgar necessário. Todo cimento deverá ser entregue no local da obra, em sua embalagem original. O cimento deverá ser armazenado em local seco e abrigado, por tempo e forma de empilhamento que não comprometam a sua qualidade. Será permitido o uso de cimento a granel, desde que, em cada silo, seja depositado cimento de uma única procedência. O cimento, em silo, só poderá ficar armazenado por período tal que não venha a comprometer a qualidade.
- ▶ **Agregados** - Os agregados para a confecção de concreto ou argamassa deverão ser materiais resistentes e inertes, de acordo com as definições a seguir. Deverão ser armazenados separadamente, isolados do terreno natural, procurando-se evitar a contaminação.
  - ▶ **Agregado Miúdo** – O Agregado miúdo é a areia natural quartzosa de diâmetro menor ou igual a 4,8mm. Deve ser limpo e não apresentar substâncias nocivas, como torrões de argila, matéria orgânica, etc., obedecendo ao prescrito na Especificação Pertinente. Somente mediante autorização da Fiscalização, poderão ser empregadas areias artificiais provenientes de rocha sadia.
  - ▶ **Agregado Graúdo** - Consistirá de pedra britada, seixo rolado britado ou não, de diâmetro máximo superior a 4,8mm e inferior a 75mm isento de partículas aderentes, e não podendo apresentar substâncias nocivas, como torrões de argila, matéria orgânica, etc., obedecendo ao prescrito na Especificação Pertinente. O agregado graúdo será constituído pela mistura de partículas de diversos diâmetros, em proporções convenientes, de acordo com os traços indicados.
  - ▶ **Água** - A água para preparação dos concretos e argamassas deverá ser razoavelmente clara e isenta de óleos, ácidos, álcalis, matéria orgânica, etc., e obedecer à Especificação Pertinente.
  - ▶ **Aço para as Armaduras e/ou Tela em Aço** - A qualidade do aço a empregar deverá atender às prescrições da ABNT.
  - ▶ **Formas para Concretos**- As formas deverão ser constituídas de modo que o concreto acabado tenha as formas e as dimensões do projeto, esteja de acordo com alinhamento e cotas e apresente uma superfície lisa e uniforme. Deverão ser projetadas de modo que sua remoção não cause dano ao concreto e que compoitem o efeito da vibração de adensamento e da carga do concreto. As dimensões, nivelamento e verticalidade das formas deverão ser verificados cuidadosamente. Deverão ser removido do interior das formas todo pó de serra, apra de madeira e outros restos de material. Em pilares, nos quais o fundo é de difícil limpeza, devem-se deixar aberturas provisórias para facilidade

desta operação. As juntas das formas deverão obrigatoriamente, ser vedadas, para evitar perda de argamassa do concreto ou de água. Nas formas para superfícies à vista, o material deve ser madeira compensada, chapas de aço ou tábuas revestidas com lâminas de compensado ou folhas metálicas. Para superfícies que não fiquem aparentes, o material utilizado pode ser a madeira comumente usada em construções (tábuas de pinho do Paraná de 3ª, por exemplo). Antes da concretagem, as formas deverão ser abundantemente molhadas. As braçadeiras de aço para as formas deverão ser construídas e aplicadas de modo a permitir a sua retirada sem danificar o concreto. O prazo para desmoldagem será o previsto pela NBR 6118, da ABNT. O cimbramento deverá ser projetado e construído de modo que receba todos os esforços atuantes sem sofrer deformações. Para isto, deverão ser evitados apoios em elementos sujeitos a flexão, bem como adotados contraventamento para a obtenção da rigidez necessária. Quando o terreno natural for rochoso ou mesmo de uma boa consistência, sem ser suscetível à erosão ou ao desmoronamento, o cimbramento poderá apoiar-se diretamente sobre o mesmo, no caso de rocha, ou sobre pranchões dispostos horizontalmente, no outro caso.

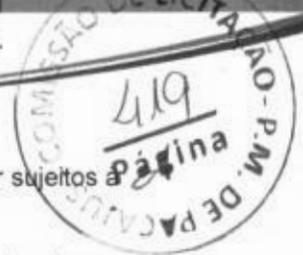
#### Preparo

O concreto poderá ser preparado no local da obra ou recebido pronto para emprego imediato, quando preparado em outro local, e transportado.

O preparo do concreto no local da obra deverá ser feito em betoneira de tipo e capacidade aprovados pela Fiscalização e somente será permitida a mistura manual em casos de emergência, com a devida autorização da Fiscalização, desde que seja enriquecida a mistura, com pelo menos 10% do cimento previsto no traço adotado. Em hipótese alguma a quantidade total de água de amassamento será superior à prevista na dosagem, havendo sempre um valor fixo para o fator água/cimento.

Os materiais serão colocados no tambor de modo que uma parte da água de amassamento seja admitida antes dos materiais secos; a ordem de entrada na betoneira será: parte do agregado gráudo, cimento, areia, e o restante da água de amassamento e, finalmente, o restante do agregado gráudo. Os aditivos deverão ser adicionados à água em quantidades certas, antes do seu lançamento no tambor, salvo recomendações de outro procedimento, pela Fiscalização.

A mistura volumétrica do concreto deverá ser sempre preparada para uma quantidade inteira de sacos de cimento. Os sacos de cimento que, por qualquer razão, tenham sido parcialmente usados, ou que contenham cimento endurecido, serão rejeitados. O uso de cimento proveniente de sacos usados ou rejeitados não será permitido.



Todos os dispositivos, destinados à medição para preparo do concreto deverão estar sujeitos à aprovação da Fiscalização.

Quando a mistura for feita em central de concreto, situada fora do local da obra, a betoneira e os métodos usados deverão estar de acordo com os requisitos deste item.

O concreto deverá ser preparado somente nas quantidades destinadas ao uso imediato. O concreto que estiver parcialmente endurecido não deverá ser remisturado.

#### Transporte

Quando a mistura for preparada fora do local da obra, o concreto deverá ser transportado para o canteiro de serviço em caminhões betoneiras. O fornecimento do concreto deverá ser regulado de modo que a concretagem seja feita continuamente, a não ser quando retardada pelas operações próprias da concretagem. Os intervalos entre as entregas deverão ser tais que não permitam o endurecimento parcial do concreto já colocado, não devendo exceder a 30 minutos.

#### Lançamento

O lançamento do concreto de uma altura superior a dois metros, bem como o acúmulo de grande quantidade em um ponto qualquer e o seu posterior deslocamento, ao longo das formas, não serão permitidos.

Calhas, tubos ou canaletas poderão ser usados como auxiliares no lançamento do concreto. Deverão estar dispostos e ser usados de modo que eles próprios não provoquem segregação do concreto.

Todas as calhas, canaletas e tubulões deverão ser mantidas limpas e isentas de camada de concreto endurecido, devendo ser preferencialmente feitas ou revestidas com chapas metálicas.

Cuidados especiais deverão ser tomados para manter a água parada no local do lançamento. O método de lançar o concreto deverá ser regulado de modo a que sejam obtidas camadas aproximadamente horizontais.

#### Adensamento

O concreto deverá ser bem adensado dentro das formas mecanicamente, usando-se para isso vibradores de tipo e tamanho aprovados pela Fiscalização. Somente será permitido o adensamento manual em caso de interrupção no fornecimento de força motriz aos aparelhos mecânicos empregados, e por período de tempo mínimo indispensável ao término da moldagem da peça em execução, devendo-se, para este fim, elevar o consumo de cimento de 10%, mantido o fator água/cimento.

Para a concretagem de elementos estruturais, serão empregados, preferivelmente, vibradores de imersão com diâmetro da agulha vibratória adequado às dimensões da peça, ao

espalhamento e à densidade de ferros da armadura metálica, a fim de permitir a sua ação em toda a massa a vibrar, sem provocar, por penetração forçada, o afastamento das barras de suas posições corretas.

A posição correta de emprego de vibradores de imersão é a vertical, devendo ser evitado seu contato demorado com as paredes das formas ou com as barras da armadura, assim como sua permanência demasiada em um mesmo ponto, o que poderá causar refluxo excessivo da pasta em torno da agulha.

O afastamento de dois pontos contíguos de imersão do vibrador deverá ser de no mínimo 30cm.

A consistência dos concretos deverá satisfazer às condições de adensamento com a vibração e a trabalhabilidade exigida pelas peças a moldar.

#### Cura e Proteção

O concreto a fim de atingir sua resistência total, deverá ser curado e protegido eficientemente contra o sol, vento e chuva. A cura deve continuar durante um período mínimo de 3 dias após o lançamento, caso não existam indicações em contrário.

A água para a cura deverá ser da mesma qualidade da usada para a mistura do concreto.

#### 1.5. Bocas de Bueiro (Alas de Lançamento)

As bocas de bueiros serão executadas conforme o tipo de bueiro construído, utilizando os procedimentos acima apresentados.

A pedra de alvenaria a ser empregada nas fundações e elevações de muros e bocas deverá ser resistente e durável, oriunda de granito ou outra rocha sadia estável. Quanto à dimensão da pedra deverá ser indicada pela Fiscalização, e ser livre de depressões ou saliências que possam dificultar seu assentamento adequado ou enfraquecimento da alvenaria.

Para revestimento da calçada, do corpo, das extremidades (bocas) e rejuntamento da alvenaria de pedra será utilizada argamassa de cimento-areia, traço 1:4. O aço utilizado nas armaduras será de classe CA-50 e CA-60.

As etapas executivas a serem atendidas na construção dos bueiros capeados de concreto são as seguintes:

- ▶ Locação, a execução dos bueiros capeados deverá ser precedida da locação da obra, de acordo com os elementos de projeto;

- ▶ Escavação, o serviço de escavação das trincheiras necessário à execução da obra poderá ser executado manual ou mecanicamente, em largura de 50cm superior à do corpo, para cada lado.
- ▶ Corpo e Bocas, a execução dos bueiros capeados, executados com alvenaria de pedra argamassada, será feita segundo três etapas desenvolvidas a partir da parte inferior da obra;

- Primeira Etapa:

Sobre a cava de fundação, serão instaladas as formas laterais da calçada, inclusive as calçadas das bocas e dos muros (elevações). Segue-se a execução da calçada até a cota superior da mesma e 0,20m dos muros.

- Segunda Etapa:

Serão complementadas as formas dos muros e dos talha-mares e instaladas as das alas e dados. Segue-se a execução até a cota superior final destes elementos do bueiro.

- Terceira Etapa:

Serão instaladas as formas e as armaduras da laje superior e lançado e vibrado o concreto necessário à complementação do corpo do bueiro capeado. Em seguida executa-se os muros de testa em alvenaria de pedra argamassada. A execução dos bueiros capeados executados com alvenaria de pedra será desenvolvida a partir da parte inferior da obra, calçadas, muros, alas e martelos. As pedras para alvenaria deverão ser distribuídas de modo que sejam completamente rejuntadas pela argamassa e não possibilitem a formação de vazios. Deverão ficar no mínimo 0,03m afastadas da forma.

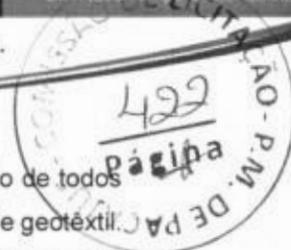
▶ Reaterro

Após concluída a execução do bueiro capeado dever-se-á proceder à operação de reaterro. O material para o reaterro poderá ser o próprio material escavado, se este for de boa qualidade, ou material especialmente selecionado.

▶ Acabamento

Concluída a execução do corpo e das bocas, será efetuado o revestimento da laje de fundo do corpo e da soleira, utilizando-se argamassa de cimento-areia, traço 1:4.

1.6. Barbacãs



A execução de barbacãs compreende o fornecimento, transporte e aplicação de todos os materiais indicados em projeto, tais como tubos de PVC, brita e mantas sintéticas de geotêxtil.

As barbacãs são dispositivos de captação e condução de águas subterrâneas que aliviam a pressão neutra exercida sobre estruturas de drenagem ou de contenção de maciços. Em sistemas de drenagem de águas pluviais, as barbacãs conduzem as águas captadas por drenos cegos (trincheiras drenantes) para o interior de galerias, canais e bocas de lobo.

A barbacã consiste de um tubo de PVC cheio de brita. Na extremidade conectada ao dreno cego deverá ser fixada uma manta sintética de geotêxtil, cuja finalidade é evitar a fuga de material drenante do dreno cego.

O projeto de engenharia definirá as dimensões do tubo, a graduação da brita de enchimento e o espaçamento de colocação das barbacãs.

Serão utilizadas ferramentas adequadas à execução do serviço. A fiscalização poderá determinar a substituição de ferramentas ao constatar deficiência em seu desempenho ou inadaptabilidade ao tipo de serviço.

A fiscalização verificará a qualidade dos materiais utilizados, bem como o fiel cumprimento das determinações contidas no projeto de engenharia.

A medição será realizada por unidade executada.

O preço unitário definido deverá considerar todas as despesas para a execução do serviço, inclusive fornecimento, transporte e aplicação de todos os materiais indicados em projeto, tais como tubos de PVC, brita e mantas sintéticas de geotêxtil, outros materiais, ferramentas, mão-de-obra e encargos sociais.

## 1. MOVIMENTO DE TERRA

### 2.1. Escavações

O serviço de escavação das trincheiras necessário à execução da obra deverá ser executado mecanicamente, em largura de 30cm superior à do corpo, para cada lado, podendo essa largura aumentar de acordo com a profundidade, para melhor trabalhabilidade e escoramento das valas. Nas situações em que a resistência do terreno de fundação for inferior à tensão admissível sob a obra prevista no projeto, deverá ser indicada solução especial que assegure adequada condição de apoio para a estrutura, como substituição de parte do material do terreno de fundação por material de maior resistência, apoio sobre estacas, etc.

O volume será determinado da seguinte forma: toma-se a média das profundidades de um trecho situado entre 2 (dois) poço de visita ou caixa consecutivos através da fórmula seguintes:

$$HM = \frac{h1 + h2}{2}$$

Onde:

- ⇒ h1 é a profundidade da primeira Estrutura e h2 a cota da chegada no tubo na segunda estrutura, estando o trecho situado entre o primeira e a segunda estrutura, e assim sucessivamente até completar a distância entre 02 (dois) poços consecutivos;

Para a determinação da extensão total da vala considera-se a distância entre os eixos de 02 (dois) poços consecutivos; Temos o volume do trecho compreendido entre 2 (dois) poços consecutivos, pela extensão multiplicada pela média das profundidades e largura especificada.

## 2.2. Escoramento de Valas

Os serviços de escavação de valas correspondem à escavação, mecânica ou manual, do terreno natural, no sentido longitudinal ou transversal da via, visando atingir as cotas das fundações dos dispositivos de drenagem. Incluem-se também nesses serviços a regularização e compactação do fundo das valas.

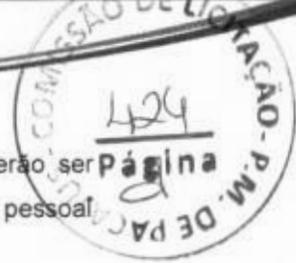
A seção transversal da vala será retangular ou trapezoidal, dependendo do tipo de terreno e da execução ou não de escoramento. O alinhamento e a profundidade da vala serão determinados em função dos elementos constantes do projeto de engenharia.

A execução dos serviços de escavação de valas será precedida de liberação de trechos pela fiscalização.

Serão utilizados equipamentos e/ou ferramentas adequados ao tipo de material a ser escavado e ao prazo exigido para a execução do serviço. A fiscalização poderá determinar a substituição de equipamentos e/ou ferramentas ao constatar deficiência em seu desempenho ou inadaptabilidade ao tipo de serviço.

Para profundidades de até 2,00 m (dois metros), a largura da vala será igual à largura da face externa da galeria acrescida de 50 cm (cinquenta centímetros) para cada lado. Para profundidades superiores a 2,00 m (dois metros), a largura da vala deverá ser acrescida de 15 cm (quinze centímetros) para cada lado a cada metro adicional de profundidade. Quando houver necessidade de utilizar escoramento, a largura da vala será acrescida da espessura do escoramento utilizado.





Nas escavações com mais de 2,00 m (dois metros) de profundidade, deverão ser colocadas escadas seguras próximas dos locais de trabalho, visando a evacuação do pessoal em situações de emergência.

O fundo da vala deverá ser absolutamente retilíneo em cada trecho, estando livre de raízes ou outros materiais que possam se decompor e deixar vazios.

Ao ser atingida a cota da fundação do dispositivo de drenagem a ser executado, o fundo da vala deverá ser compactado com malho manual ou placa vibratória até atingir a resistência prevista no projeto de engenharia.

Ao constatar a presença de obras ou canalizações no interior da vala escavada, o fato deverá ser comunicado imediatamente à fiscalização pela executante. A fiscalização determinará os procedimentos a serem adotados nessa circunstância. Obras ou canalizações pertencentes a redes de prestação de serviços públicos (água, esgoto, telefone, etc.) serão deslocadas, demolidas, obstruídas, reconstruídas ou reparadas em conformidade com recomendações e projetos elaborados pelas empresas concessionárias desses serviços.

Os materiais retirados da escavação deverão ser depositados a uma distância superior a 80 cm (oitenta centímetros) da borda da vala.

A medição será realizada pelo volume geométrico extraído expresso em m<sup>3</sup> (metros cúbicos). O volume será calculado com base na área da seção transversal da vala e no seu comprimento. No cálculo da área da seção transversal da vala, a profundidade será medida do fundo da vala até a linha que une as suas bordas e a largura será medida no fundo e na altura das bordas. Será adotado, para efeito de pagamento, o menor valor entre o volume medido no campo e o volume indicado no projeto.

O preço unitário definido deverá considerar todas as despesas para a execução do serviço, inclusive materiais, equipamentos, ferramentas, mão-de-obra e encargos sociais.

### 2.3. Reaterro de Valas

Nos serviços de reaterro, será utilizado o próprio material das escavações, e, na insuficiência desse, material de empréstimo, selecionado pela FISCALIZAÇÃO, podendo a mesma determinar, se necessário, o uso de areia.



O reaterro será executado com máximo cuidado, a fim de garantir a proteção das fundações e da tubulação e evitar o afundamento posterior dos pisos e do pavimento das vias públicas, por efeito de acomodações ou recalques.

De maneira geral, o reaterro será executado em camadas consecutivas, convenientemente apiloadas, manual ou mecanicamente, em espessura máxima de 0,20m. Tratando-se de areia, o apiloamento será substituído pela saturação da mesma, com o devido cuidado para que não haja carreamento de material.

Em nenhuma hipótese será permitido o reaterro das valas ou cavas de fundação, quando as mesmas contiverem água estagnada, devendo a mesma ser totalmente esgotada, antes do reaterro.

Cuidados especiais deverão ser tomados nas camadas inferiores do reaterro das valas até 0,30m acima da geratriz superior dos tubos. Esse reaterro será executado com material granular fino, preferencialmente arenoso, passando 100% na peneira 3/8", convenientemente molhado, e adensado em camadas nunca superiores a 0,10m, com cuidados especiais para não danificar ou deslocar os tubos assentados, precedendo-se o reaterro simultaneamente em ambos os lados da tubulação.

Quando o greide das vias públicas, sob os quais serão assentadas as tubulações, apresentarem grandes declividades, originando a possibilidade de carreamento do material, as camadas superiores do reaterro serão executadas com material selecionado, preferencialmente com elevada percentagem de pedregulho e certa plasticidade, sendo feitas, se necessários, recravas em concreto ou alvenaria, transversais à rede com as extremidades reentrantes no talude das valas.

Caso haja perigo de ruptura da tubulação, por efeito de carga do reaterro ou sobrecarga, ou ainda de carreamento de material, será executada proteção conveniente definida para cada caso pela FISCALIZAÇÃO.

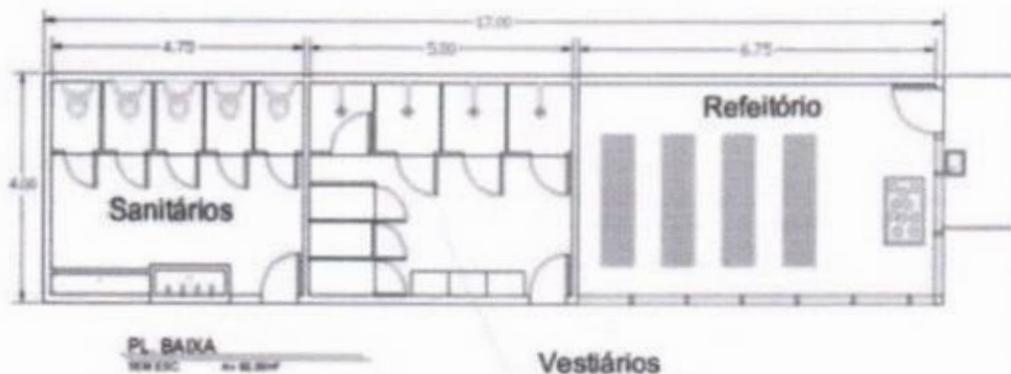
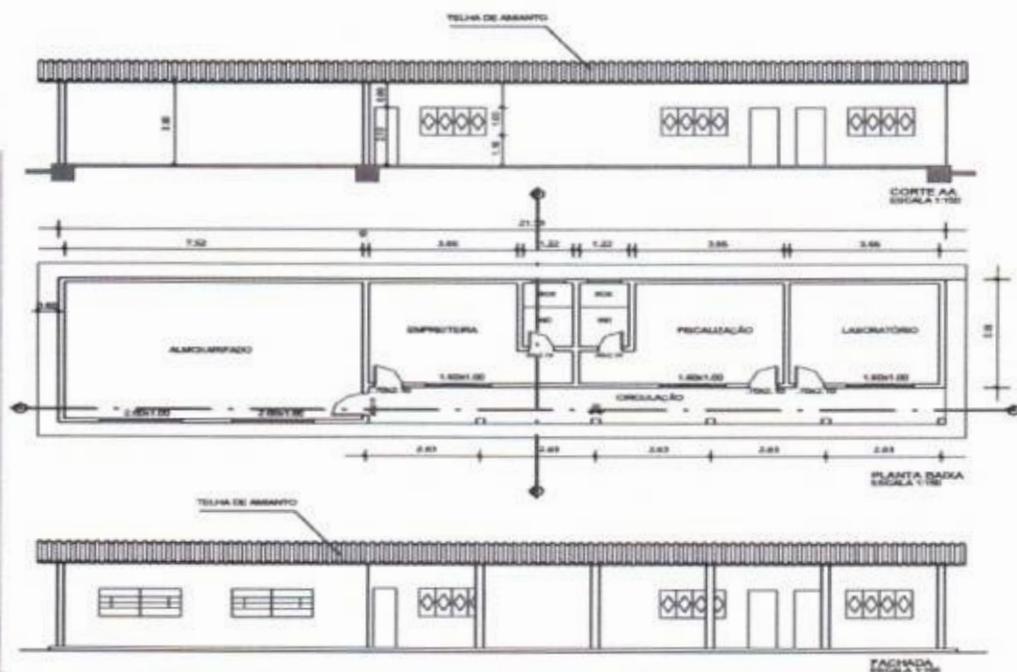
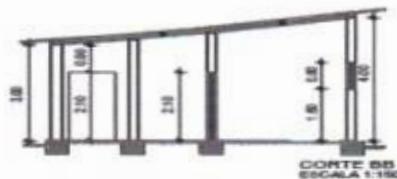
Os serviços que venham a ser refeitos, devido a recalques do reaterro, correrão a ônus exclusivo da EMPREITEIRA.

#### SERVIÇOS PRELIMINARES

- CONSTRUÇÃO DO CANTEIRO DA OBRA



**CANTEIRO DE OBRA**



**Planta baixa das áreas de vivência: vestiários, sanitários e refeitório**



### Placas da Obra

Será colocada uma placa alusiva à obra com dimensões (4,00 x 2,50)m, a placa deverá ser em chapa de zinco fixada em linhas de madeira. A placa deverá estar de acordo com programa de financiamento.

Em algumas ruas também foram orçadas placas com dimensões de (4,00 x 2,50)m para alusão a obra.

- **Raspagem e Limpeza do Terreno**

A completa limpeza do terreno será efetuada manual, dentro da mais perfeita técnica, tomados os devidos cuidados de forma a evitar danos a terceiros.

A limpeza do terreno compreenderá os serviços de capina, roçado, destocamento, queima e remoção, de forma a deixar a área livre de raízes e tocos de árvore.

Deverão ser conservadas no terreno todas as árvores ou formações rochosas existentes, salvo as que, por fator condicionante do projeto arquitetônico, devam ser removidas.

Em qualquer hipótese, nenhuma árvore ou formações rochosas deverá ser removida sem autorização expressa da fiscalização.

O construtor tomará providências no sentido de serem extintos todos os formigueiros e cupinzeiros existentes no terreno.

O expurgo da vegetação e dos detritos resultantes da raspagem e limpeza do terreno será transportado até um aterro sanitário ou lixão mais próximo do local da obra.

- **Locação com Auxílio Topográfico**

A via deverá ser locada com auxílio de topógrafo para assim evitar falhas na execução e não ocorra diminuição nas seções das vias previstas em projeto.

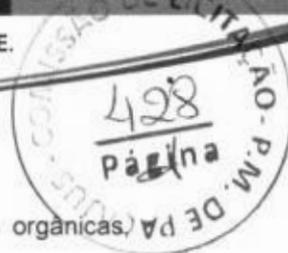
### MOVIMENTO DE TERRA

Serão observadas as seguintes normas para os serviços de Terraplenagem:

- DER-ES-T 01/94 Serviços Preliminares
- DER-ES-T 02/94 Caminhos de Serviços
- DER-ES-T 04/94 Cortes
- DER-ES-T 05/94 Empréstimos
- DNIT-ES-T 06/94 Aterros com Solos

- **Escavação, Carga, Transporte e Descarga de Materiais**

O ciclo de Escavação, carga, e Transporte de Materiais deverá ser executado com equipamentos apropriados. O transporte de Material será feito em caminhões basculantes que levarão o material da jazida ou de cortes ao local onde será executado o aterro.



- **Aterro com Compactação Mecânica**

Os solos para os aterros deverão ser em materiais isentos de matérias orgânicas, micáceas e diatomáceas.

O espalhamento dos materiais depositados na plataforma se fará com Motoniveladora. O espalhamento será feito de modo que a camada fique com espessura constante. Não poderão ser confeccionadas camadas com espessuras compactadas superiores a 22,0cm nem inferiores a 12,0cm.

A compactação do aterro deve ser executada preferencialmente com rolo liso vibratório autopropulsor isoladamente ou em combinação com rolo vibratório pé-de-carneiro autopropulsor (pata curta). No acabamento deve ser também utilizado o rolo pneumático. Para atingir-se a faixa do teor de umidade na qual o material será compactado, serão utilizados carros tanques para umedecimento, motoniveladora e grade de discos para homogeneização da umidade e uma possível aeração. A faixa de umidade para compactação terá como limites (hot - 2,0)% e (hot + 1,0)%. É muito importante uma perfeita homogeneização da umidade para uma boa compactação.

- **Regularização do Sub-leito**

A Regularização do terreno é o Serviço executado destinado a conformar o leito estradal, transversal e longitudinalmente, de modo a torná-lo compatível com as exigências geométricas do Projeto. Esse serviço consta essencialmente de cortes e/ou aterros até 0,20m de modo a garantir uma densificação adequada do subleito para recebimento do colchão de areia.

#### **Compactação Mecânica**

A compactação do pavimento deverá ser da seguinte forma: Durante a execução de um pequeno trecho em pedra tosca, é processada uma compressão preliminar com soquete manual (maço) para possibilitar o Tráfego de canteiro. Após a Execução do Calçamento será executada a compactação com Rolo Compactador do tipo "Tandem", começando-se pelo ponto de menor cota para o de maior cota na seção transversal. O número de passadas, assim executadas, é de 3 vezes no mínimo.

#### **INTRODUÇÃO**

Os materiais, equipamentos, procedimento para execução, controle, medição e pagamento de todos os serviços previstos deverão atender integralmente às Especificações Gerais para Serviços e Obras Rodoviárias do DER, complementadas pelas Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DNIT ou quando couber, complementações dessas e finalmente, por especificações particulares para aqueles serviços não previstos nos documentos anteriores.

Na aplicação destas normas e especificações deverá ser obedecida a seguinte ordem de precedência:

- Especificações Particulares
- Especificações Complementares
- Especificações Gerais para Serviços e Obras Rodoviárias do DER
- Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DNIT. Os materiais utilizados na

execução da obra devem ser novos e de boa qualidade.

#### ESPECIFICAÇÕES GERAIS

Serão utilizadas as seguintes Especificações Gerais para Serviços e Obras Rodoviárias do DER.

- Terraplenagem - DER-ES-T 01/2.000
- Serviços Preliminares; - DER-ES-T 02/2.000
- Caminhos de Serviço; - DER-ES-T 4/2.000
- Cortes; -DER-ES-T 06/2.000
- Aterros com Solos.
- Pavimentação - DER-ES-P 01/2.000
- Regularização do Subleito; - DER-ES-P 03/2.000
- Sub-base Granular; -DER-ES-P 8/2.000 –
- Calçamentos. - Drenagem - DER-ES-D 01/2.000
- Sarjetas e Valetas;
- DER-ES-D 02/2.000
- Meio fio (Banquetas);
- DER-ES-D 05/2.000
- Bueiros de Greide (Bueiros Tubulares).
- DNIT 030/2004 - Drenagem - Dispositivos de drenagem pluvial urbana

#### Definição

Os Serviços Preliminares compreendem todas as operações necessárias que objetivam limpar a área a ser ocupada pelo corpo estradal, locais de empréstimos e ocorrências de materiais de construção, de vegetação de qualquer porte, obstruções naturais ou artificiais,



resguardando aquelas para preservação ambiental ou patrimônio cultural. Não será permitido o uso de explosivos para remoção de vegetação. Outros obstáculos que possam ser removidos por meio de equipamentos convencionais, mesmo com certo grau de dificuldade, deverão ser criteriosamente analisados pela supervisão ambiental que definirá a metodologia a ser utilizada

## OBRAS DE DRENAGEM

### INTRODUÇÃO

A 1ª Edição do Manual de Drenagem de Rodovias (1990), foi parte integrante do conjunto de trabalhos realizados por intermédio do Programa BIRD VII, e teve por finalidade orientar e permitir, ao seu usuário, a adequada utilização dos dispositivos de drenagem nos estudos e projetos de construção e restauração de rodovias.

Os assuntos foram abordados obedecendo a uma sequência lógica, onde as diferentes técnicas, principalmente as mais importantes, foram tratadas com a profundidade teórica compatível com o projeto rodoviário. A matéria apresentada fornece as ferramentas indispensáveis à adoção das medidas para a proteção do corpo estradal da ação prejudicial das águas que o atingem, seja através das precipitações, das infiltrações, da condução através de talvegues, ou mesmo, das existentes sob a forma de lençóis freáticos ou artesianos. Basicamente, o Manual de Drenagem de Rodovias – 1ª Edição é constituído pelos capítulos referentes à transposição de talvegues, drenagem superficial, drenagem do pavimento, drenagem subterrânea ou profunda e drenagem de travessia urbana. Com sua aprovação, pretendeu o extinto DNER suprir uma lacuna existente no módulo rodoviário, o qual se apoiava na existência de diversos manuais contendo informações não oficializadas, implicando em freqüentes dúvidas e indecisões, relativas aos métodos e processos que deveriam ser adotados nos projetos e estudos de drenagem de rodovias.

A 2ª Edição do Manual de Drenagem de Rodovias, ora apresentada, objetiva a consolidação dos critérios e dos métodos de cálculo usuais, cuja larga aplicação permitiu o seu próprio aprimoramento. Refere-se ainda esta 2ª Edição às canalizações executadas com novos materiais como o PEAD – polietileno de alta densidade e o PRFV – plástico reforçado com fibra de vidro, cuja utilização em obras rodoviárias se inicia no Brasil e, no futuro, será de larga

aplicação. Esta 2ª Edição manteve a forma original da 1ª Edição, acrescentando-se as correções e complementações decorrentes do processo de revisão efetuado.

#### ELEMENTOS DO PROJETO

Levantamento topográfico em planta. O projeto terá que ser precedido de um levantamento topográfico adequado, com curvas de nível, de metro em metro, para permitir seu detalhamento. Sobre a planta resultante será projetado o bueiro. Pesquisa da declividade e estudos geotécnicos.

Ao ser escolhida a posição mais recomendável para o bueiro deve ser levada em conta a condição de que, normalmente, a declividade de seu corpo deve variar entre 0,4 e 5%.

Quando essa declividade for elevada, o bueiro deve ser projetado em degraus e deverá dispor do berço com dentes para fixação ao terreno.

Quando a velocidade do escoamento na boca de jusante for superior à recomendada para a natureza do terreno natural existente (ver tabelas no Apêndice A) devem ser previstas bacias de amortecimento.

Os estudos geotécnicos devem ser feitos através de sondagens, se necessário, para avaliação da capacidade de suporte do terreno natural, principalmente nos casos de aterros altos e nos locais de presumível presença de solos compressíveis. Seção transversal O cálculo da seção transversal ou seção de vazão do bueiro vai depender de dois elementos básicos: a descarga da bacia a ser drenada e a declividade adotada.

A descarga é definida pelos estudos hidrológicos e a declividade, de escolha do projetista, deverá atender a esta descarga com a obra operando em condições de segurança. Determinação do comprimento do bueiro sobre a seção gabaritada traça-se o perfil ao longo do eixo do bueiro, definindo seu comprimento, folgas e posicionamento das alas, bem como a altura do aterro sobre o bueiro e valas e descidas d'água por ventura necessárias. Fundações Manual de Drenagem de Rodovias 31 MT/DNIT/DPP/IPR

Os bueiros podem ser, sob o ponto de vista construtivo, obras de arte correntes ou apresentarem características que as coloquem entre as obras de arte especiais, face ao seu tamanho e/ou condições adversas dos terrenos de fundação. Estão neste caso, muitas vezes, as obras celulares, pontilhões e as galerias. Os bueiros circulares de concreto podem, quanto às fundações, ter soluções mais simples, com assentamento direto no terreno natural ou em valas



de altura média do seu diâmetro. Entretanto é muito mais seguro a adoção de uma base de concreto magro, para melhor adaptação ao terreno natural e distribuição dos esforços no solo. Para os bueiros metálicos, independente da forma ou tamanho, as fundações serão simples, necessitando, quase sempre, apenas de uma regularização do terreno de assentamento. Em função da altura dos aterros podem, porém, exigir cuidados especiais no que se refere à fundação, adotando-se inclusive o estaqueamento. Recobrimento

O recobrimento dos tubos, quer de concreto quer metálicos, deve atender às resistências mínimas especificadas pela ABNT e as necessidades do projeto. Como os tubos têm que considerar as resistências estabelecidas pela ABNT, impõem-se os controles estabelecidos nas normas próprias.

Os recobrimentos máximo e mínimo permitidos para os bueiros devem constar de seus respectivos projetos. Apresentação Os projetos dos bueiros serão apresentados segundo os seguintes elementos :

a) No projeto geométrico, de acordo com convenções previamente aprovadas, devem ser apresentadas em planta :

- localização;
- tipo;
- comprimento;
- seção transversal;
- esconsidade;

b) Em perfil segundo o eixo longitudinal contendo:

- declividade;
- comprimento;
- cota das extremidades a montante e jusante;
- altura do aterro da rodovia

c) Em seção transversal com os detalhes:

- de formas e armação;
- das bocas e caixas coletoras;
- do quadro de quantidades de material.



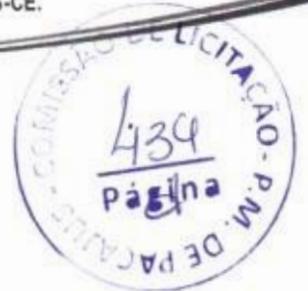
### DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Para o dimensionamento hidráulico dos bueiros admite-se que eles possam funcionar como canais, vertedouros ou como orifícios. No caso de bueiros trabalhando como canais, o dimensionamento será feito baseado em duas hipóteses:

a) Considerando o funcionamento do bueiro no regime supercrítico, limitando-se sua capacidade admissível à vazão correspondente ao regime crítico, com energia específica igual ao seu diâmetro ou altura, o que exige a proteção à montante e a jusante aos riscos de erosão.

b) Considerando o funcionamento do bueiro no regime subcrítico. No caso (a), a capacidade máxima considerada para o projeto está definida pela vazão correspondente a uma energia específica igual à altura da obra, estabelecendo assim a condição do bueiro funcionar com a entrada não submersa. Este método não leva em conta as condições externas ao corpo do bueiro, sendo adequado apenas se a altura d'água a jusante ficar abaixo da altura crítica correspondente à descarga. Para o dimensionamento dos bueiros como vertedores, considera-se a obra como orifício, em que a altura d'água sobre a borda superior é nula. Para o dimensionamento dos bueiros como orifícios utiliza-se a Equação de Torricelli e a equação da continuidade, considerando a opção do bueiro trabalhar com carga hidráulica, isto é, com a entrada submersa. Este método é limitado pois não leva em conta as condições externas ao corpo do bueiro, a rugosidade das paredes, o comprimento, e a declividade do mesmo.

Tendo em vista as limitações dos métodos já citados, para um projeto final mais preciso, podem-se utilizar os estudos do "Bureau of Public Roads", Circular nº 05. Este método pode ser usado de uma forma geral, para qualquer tipo de funcionamento anteriormente citados, e leva em consideração os fatores externos e internos do conduto, sendo baseado em que o escoamento de um bueiro é controlado pela capacidade hidráulica de uma determinada seção de controle do fluxo. Bueiros trabalhando como canais Considerações gerais sobre a hidrodinâmica Manual de Drenagem de Rodovias 33 MT/DNIT/DPP/IPR Toda a técnica de drenagem na construção rodoviária se apóia na hidrodinâmica, uma vez que seu objetivo é o de afastar, por meio de condutos livres, toda água prejudicial ao corpo estradal. Fundamentalmente o dimensionamento dos bueiros é feito usando a equação de Bernoulli(1700-1782):



$$Z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = cte$$

em que:

Ao longo de qualquer linha de corrente, a soma das alturas representativas das energias geométrica ou de posição ( $Z$ ), piezométrica ( $p$ ) e cinética ( $g / \gamma V / 2 2$ ), é constante. Convém ressaltar que esta expressão foi deduzida por Bernoulli para fluido perfeito, ou seja, escoando sem atrito. Nos casos reais, como os que são objeto deste manual, deve-se introduzir na equação acima a perda de carga por atrito da água com as paredes do canal, genericamente denominado  $h$ , e que depende da rugosidade do revestimento.

A equação de Bernoulli e a da continuidade ( $Q = AV$ ) abrem um vasto campo a hidrodinâmica e permitem resolver inúmeros problemas do movimento dos líquidos em regime permanente. O regime crítico a) As fórmulas que o definem Define-se a energia específica de um líquido como sendo a energia total por unidade de peso em relação ao fundo do canal.

Deste modo, ela será a soma das energias cinética e de pressão, correspondendo, esta última, a profundidade do líquido; como melhor será entendido pela observação da Fig. 1.

Figura 1 - Linha de energia específica



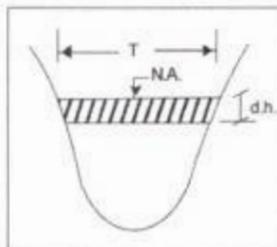
A definição, portanto, é apoiada na equação:

$$E = h + \frac{V^2}{2g} \text{ (equação 2.01)}$$

Ativar

uma vez  $Z = 0$ , considerando-se a energia em relação ao fundo do canal;  $E$ , a energia específica;  $V$ , a velocidade de escoamento e  $h$ , a profundidade hidráulica definida como a relação entre a área molhada  $A$  e a largura da superfície livre do fluxo (Fig. 2).

Figura 2 - Largura da superfície livre do fluxo



O fluxo crítico é aquele que se realiza com um mínimo de energia. Para uma dada descarga, modificando-se a velocidade do escoamento pelo aumento da declividade, verifica-se a redução da altura d'água  $h$ , dentro do canal.

Ao se traçar uma figura com estes elementos referidos a dois eixos cartesianos, a variação da energia consumida no escoamento, de acordo com a equação (2.01), verificase que a energia diminui com a redução de  $h$ , passando por um mínimo, seguida de elevação, embora o valor de  $h$  continue a decrescer (Fig.3).

O ponto de energia mínima define a altura  $h$  do regime crítico. Para se chegar às fórmulas do fluxo que traduzem este estado, adota-se o cálculo diferencial, anulando-se a derivada primeira de  $E$  em relação a  $h$  na equação (2.01), correspondente à energia mínima, e considerando-se que na seção transversal do fluxo, se  $T$  é a superfície livre do canal e  $A$ , sua área molhada, tem-se,  $dA = Tdh$  (Fig. 2). Daí, desde que  $Q$  é uma constante e  $V = Q/A$ , tem-se, para o mínimo desejado:

$$dE = d\left(\frac{V^2}{2g} + h\right) = d\left(\frac{Q^2}{2gA^2} + h\right) = -\frac{Q^2}{gA^3}dA + dh = -\frac{Q^2}{gA^3}tdh + dh$$

Fazendo-se

$$\frac{dE}{dh} = 1 - \frac{Q^2}{g} \times \frac{T}{A^3} \quad \text{ou,}$$

$$\frac{dE}{dh} = 0, \quad \text{para se obter o mínimo, tem-se}$$

$$1 - \frac{Q^2}{g} \times \frac{T}{A^3} = 0$$

As grandezas do fluxo crítico são:

Bueiros tubulares de concreto

Vazão crítica:

$$\text{bueiro simples: } Q_1 = 1,533D^{2,5}$$

$$\text{bueiro duplo: } Q_2 = 2 \times 1,533D^{2,5}$$

$$\text{bueiro triplo: } Q_3 = 3 \times 1,533D^{2,5}$$

$$\text{Velocidade crítica: } V = 2,56\sqrt{D}$$

Área molhada crítica:

$$\text{bueiro simples: } A = Q_1/V$$

$$\text{bueiro duplo: } A = Q_2/V$$

$$\text{bueiro triplo: } A = Q_3/V$$

**Tabela 1 - Vazão, velocidade e declividade crítica de bueiros tubulares de concreto trabalhando como canal (ec = D)**

TIPO	DIÂMETRO (m)	ÁREA MOLHADA CRÍTICA (m <sup>2</sup> )	VAZÃO CRÍTICA (m <sup>3</sup> /s)	VELOCIDADE CRÍTICA (m/s)	DECLIVIDADE CRÍTICA (%)
BSTC	0,60	0,22	0,43	1,98	0,88
BSTC	0,80	0,39	0,88	2,29	0,80
BSTC	1,00	0,60	1,53	2,56	0,74
BSTC	1,20	0,87	2,42	2,80	0,70
BSTC	1,50	1,35	4,22	3,14	0,65
BDTC	1,00	1,20	3,07	2,56	0,74
BDTC	1,20	1,73	4,84	2,80	0,70
BDTC	1,50	2,71	8,45	3,14	0,65
BTTC	1,00	1,81	4,60	2,56	0,74
BTTC	1,20	2,60	7,26	2,80	0,70
BTTC	1,50	4,06	12,67	3,14	0,65

Escavação mecanizada de vala com profundidade até 1,5 m, com retroescavadeira (capacidade da caçamba da retro: 0,26 m<sup>3</sup> /potência: 88 hp), largura de 0,8 m a 1,5 m, em solo de 1a categoria, em vias não urbanas

Execução do reaterro, preferencialmente com o próprio material escavado, desde que seja de boa qualidade. a compactação do material de reaterro deverá ser executada em camadas individuais de no máximo 15cm de espessura, por meio de compactadores de placa vibratória, ou soquetes mecânicos.



O equipamento utilizado deverá ser compatível com o espaço previsto no projeto-tipo entre linhas de tubos de bueiros duplo ou triplos. especial atenção deverá ser dada na compactação junto às paredes dos tubos. o reaterro deverá prosseguir até se atingir a espessura indicada no projeto acima da geratriz superior externa do corpo do bueiro.

Boca para bueiro simples tubular, diâmetro =0,80m, em concreto ciclópico, incluindo formas, escavação, reaterro e materiais, excluindo material reaterro jazida e transporte.

Tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro de 800 mm, junta rígida, instalado em local com baixo nível de interferências - fornecimento e assentamento.

Boca para bueiro simples tubular, diâmetro =1,00m, em concreto ciclopico, incluindo formas, escavação, reaterro e materiais, excluindo material reaterro jazida e transporte.

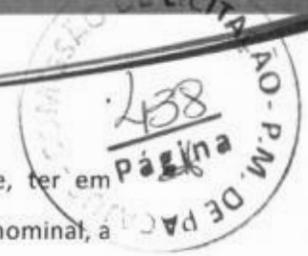
Os tubos de concreto de seção circular para bueiros devem ser do tipo, classe e dimensões indicadas no projeto e devem atender exigências da nbr 8890(1). os tubos devem satisfazer às seguintes condições gerais: possuir ponta e bolsa, eixo retilíneo perpendicular aos planos das duas extremidades, seção transversal circular, espessura uniforme, superfícies internas e externas suficientemente lisas, não possuir trincas, fraturas, retoques ou pinturas, produzir som típico de tubo não trincado quando percutidos com martelo leve, ter em caracteres legíveis gravados no concreto, o nome ou marca do fabricante, diâmetro nominal, a classe a que pertencem ou a resistência do tubo, a data de fabricação e um número para rastreamento de todas as suas características de fabricação

Boca para bueiro duplo tubular, diâmetro =0,80m, em concreto ciclópico, incluindo formas, escavação, reaterro e materiais, excluindo material reaterro jazida e transporte.

Tubo de concreto para redes coletoras de águas pluviais, diâmetro de 800 mm, junta rígida, instalado em local com baixo nível de interferências - fornecimento e assentamento.

af\_12/2015 boca para bueiro duplo tubular, diâmetro =1,00m, em concreto ciclópico, incluindo formas, escavação, reaterro e materiais, excluindo material reaterro jazida e transporte.

Os tubos de concreto de seção circular para bueiros devem ser do tipo, classe e dimensões indicadas no projeto e devem atender exigências da nbr 8890(1). os tubos devem satisfazer às seguintes condições gerais: possuir ponta e bolsa, eixo retilíneo perpendicular aos planos das duas extremidades, seção transversal circular, espessura uniforme, superfícies internas e externas suficientemente lisas, não possuir trincas, fraturas, retoques ou pinturas,



produzir som típico de tubo não trincado quando percutidos com martelo leve, ter em caracteres legíveis gravados no concreto, o nome ou marca do fabricante, diâmetro nominal, a classe a que pertencem ou a resistência do tubo, a data de fabricação e um número para rastreamento de todas as suas características de fabricação

**Corpo de bueiro / boca de bueiro**

O concreto utilizado deve ser dosado experimentalmente para uma resistência à compressão simples aos 28 dias, de 11 mpa para as bocas e berço (concreto ciclópico), e de 15 mpa, para os tubos. o concreto utilizado deve ser preparado de acordo com o prescrito nas normas nbr 6118 e nbr 7187 da abnt. os tubos de concreto armado a serem empregados devem ter armadura dupla e devem ser do tipo encaixe macho e fêmea, devendo atender às prescrições contidas na nbr 9794 da abnt. os tubos devem ser rejuntados com argamassa de cimento-areia, traço 1:4.

Bueiro duplo capeado com laje de concreto - o concreto estrutural para a laje, deverá ser dosagem experimentalmente para uma resistência característica à compressão (fck)min. aos 28 dias de 20mpa, devendo ser preparado de acordo com o prescrito nas normas nbr 6118 e nbr 7187 da abnt. a pedra de alvenaria a ser empregada nas fundações e elevações de muros e bocas deverá ser resistente e durável, oriunda de granito ou outra rocha sadia estável. quanto à dimensão da pedra deverá ser indicada pela fiscalização, e ser livre de depressões ou, saliências que possam dificultar seu assentamento adequado ou enfraquecimento da alvenaria. para revestimento da calçada, do corpo, das extremidades (bocas) e rejuntamento da alvenaria de pedra será utilizada argamassa de cimento-areia, traço 1:4. o aço utilizado nas armaduras será de classe ca-50 e ca-60. as etapas executivas a serem atendidas na construção dos bueiros capeados de concreto são as seguintes:

1a) locação - a locação será efetuada mediante a implantação de piquetes a cada 5m e do nivelamento dos mesmos, de modo que seja possível a determinação dos volumes de escavação, a declividade longitudinal da obra deverá ser contínua;

2a) escavação - o serviço de escavação das trincheiras necessário à execução da obra poderá ser executado manual ou mecanicamente, em largura de 50cm superior à do corpo, para cada lado;

439  
Página 06  
CÂM. P.M. DE PACAJUS

3a) corpo e bocas - sobre a cava de fundação, serão instaladas as formas laterais da calçada, inclusive as calçadas das bocas e dos muros (elevações). segue-se a execução da calçada até a cota superior da mesma e 0,20m dos muros. serão complementadas as formas dos muros e dos talha-mares e instaladas as das alas e dados. segue-se a execução até a cota superior final destes elementos do bueiro.

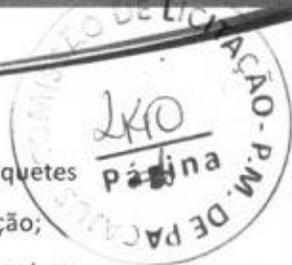
Serão instaladas as formas e as armaduras da laje superior e lançado e vibrado o concreto necessário à complementação do corpo do bueiro capeado. em seguida executa-se os muros de testa em alvenaria de pedra argamassada. a execução dos bueiros capeados executados com alvenaria de pedra será desenvolvida a partir da parte inferior da obra, calçadas, muros, alas e martelos. as pedras para alvenaria deverão ser distribuídas de modo que sejam completamente rejuntadas pela argamassa e não possibilitem a formação de vazios. deverão ficar no mínimo 0,03m afastadas da forma.

4a) reaterro - após concluída a execução do bueiro capeado dever-se-á proceder à operação de reaterro. o material para o reaterro poderá ser o próprio material escavado, se este for de boa qualidade, ou material especialmente selecionado. a compactação deste material deverá ser executada em camadas de no máximo 15cm, por meio de "sapos mecânicos" ou placas vibratórias. deve-se tomar a precaução de compactar com o máximo cuidado junto às paredes do corpo do bueiro e de levar a compactação sempre ao mesmo nível de cada lado da obra. esta operação deverá prosseguir até se atingir uma espessura de 60cm acima da laje superior do corpo do bueiro, salvo para as obras em que seja prevista a atuação direta do tráfego sobre a obra.

5a) acabamento - concluída a execução do corpo e das bocas, será efetuado o revestimento da laje de fundo do corpo e da soleira, utilizando-se argamassa de cimento-areia, traço 1:4. após terminada a obra, todas as erosões encontradas deverão ser preenchidas com enrocamento de pedra jogada. as bocas deverão estar completamente desimpedidas de vegetação e outros detritos, e permitir perfeito escoamento às águas de entrada e saída.

**A execução do serviço consistirá das seguintes atividades:**

- 1ª) Definição do local para onde serão transportados os tubos ou os materiais oriundos das demolições;
- 2ª) Identificação dos bueiros a serem removidos;



3ª) Levantamento do eixo longitudinal da obra, com a implantação de piquetes espaçados de 5m, nivelados de forma a permitir a determinação dos volumes de escavação;

4ª) Escavação das trincheiras necessárias, a qual poderá ser executada manual ou mecanicamente. deverá ser prevista uma largura superior em 30cm em relação à obra existente, ou à nova obra, conforme o caso;

5ª) Remoção dos tubos com emprego de processos e ferramentas manuais. nesta atividade, deverão ser tomados todos os cuidados, no sentido de manter a integridade dos tubos, quando for o caso, prevendo-se o futuro reaproveitamento dos mesmos. o emprego conjunto de processos mecânicos poderá ser admitido, a critério da fiscalização;

6ª) Carga e transporte, através de caminhões, dos tubos e dos materiais oriundos da demolição para os locais pré-definidos;

7ª) Demolição e remoção do berço e das bocas, quando necessário. os fragmentos resultantes devem ser reduzidos a ponto de tornar possível o seu carregamento;

8ª) Transporte do material demolido e deposição em local próximo aos pontos de passagem, de modo a não interferir no processo de escoamento das águas superficiais, e se possível não causar aspecto visual desagradável aos usuários da rodovia; e.

9ª) Reaterro do local imediatamente a remoção ou após a execução de novo bueiro conforme projeto. se for este o caso, todas as especificações correspondentes ao novo dispositivo devem ser observadas.

### **Pavimentação asfáltica - Tratamento Superficial Duplo - Especificação de serviço**

- **Objetivo**

Esta Norma tem por objetivo estabelecer a sistemática a ser empregada na execução de revestimento asfáltico do tipo Tratamento Superficial Duplo sobre uma superfície imprimada ou pintada, de acordo com os alinhamentos, greide e seções transversais de projeto.

- **Definição**

É adotada a seguinte definição: Tratamento superficial duplo – TSD é a camada de revestimento do pavimento constituída por duas aplicações de ligante asfáltico, cada uma coberta por camada de agregado mineral e submetida à compressão.

- **Condições gerais**

a) O ligante asfáltico não deve ser distribuído quando a temperatura ambiente for inferior a 10 °C, ou em dias de chuva, ou quando a superfície que irá recebê-lo apresentar qualquer sinal de excesso de umidade.

b) Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve apresentar, por parte do fabricante/distribuidor, certificado de resultados de análise dos ensaios de caracterização exigidos nesta Norma, correspondente à data de fabricação ou ao dia de carregamento para transporte com destino ao canteiro de serviço, se o período entre os dois eventos ultrapassar de 10 dias. Deve trazer também indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre o fornecedor e o canteiro de obra.

c) É responsabilidade da executante a proteção dos serviços e materiais contra a ação destrutiva das águas pluviais, do tráfego e de outros agentes que possam danificá-los.

#### Condições específicas

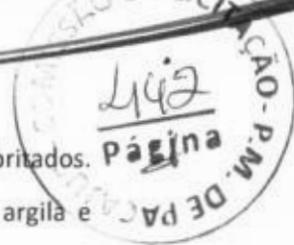
#### Materiais

Os materiais constituintes do Tratamento Superficial Duplo são o ligante asfáltico e o agregado mineral, os quais devem satisfazer ao contido nas normas do DNIT.

5.1.1 Ligante Asfáltico Podem ser empregados os seguintes ligantes, dependendo da indicação do projeto: a) Cimentos asfálticos CAP-150/200; b) Emulsões asfálticas, tipo RR-2C. Os ligantes devem obedecer às exigências das Normas DNIT 095/2006-EM e DNER-EM 369/97. O uso da emulsão asfáltica somente deve ser permitido quando for empregada em todas as camadas do revestimento.

5.1.2 Melhorador de adesividade Não havendo boa adesividade entre o agregado e o ligante asfáltico deve ser empregado um melhorador de adesividade, na quantidade fixada no projeto da mistura. A determinação da adesividade do ligante com o melhorador de adesividade deve ser definida pelos seguintes ensaios:

- Método para determinação expedita da adesividade
- NBR 14329:1999. - Método para determinação da adesividade a ligante (agregado graúdo) - DNER-ME 078/94.
- Método para determinação da adesividade a ligante (agregado) - DNER-ME 079/94.



5.1.3 Agregados Os agregados podem ser pedra, cascalho ou seixo rolado, britados. Devem constituir-se de partículas limpas, duras, resistentes, isentas de torrões de argila e substâncias nocivas, e apresentar as características seguintes:

a) Desgaste Los Angeles igual ou inferior a 40% (DNER-ME 035/98), admitindo-se agregados com valores maiores, no caso de em utilização anterior terem apresentado, comprovadamente, desempenho satisfatório;

b) Índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086/94); c) Durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 89/94); d) Granulometria do agregado (DNER-ME 083/98), obedecendo às faixas da Tabela 1:

**Tabela 1 – Granulometria dos agregados**

Malha	mm	% passando, em peso			Tolerâncias da faixa de projeto
		1ª camada	2ª camada		
		A	B	C	
1"	25,4	100	-	-	± 7
½"	19,0	90-100	-	-	± 7
¼"	12,7	20-55	100	-	± 7
3/8"	9,5	0-15	85-100	100	± 7
Nº 4	4,8	0-5	10-30	85-100	± 5
Nº 10	2,0	-	0-10	10-40	± 5
Nº 200	0,074	0-2	0-2	0-2	± 2

#### 5.1.4 Taxas de aplicação e de espalhamento

a) As quantidades ou taxas de aplicação de ligante asfáltico e de espalhamento de agregados devem ser fixadas no projeto e ajustadas no campo, por ocasião do início dos serviços.

b) As quantidades de ligante asfáltico a serem empregadas na 1ª e na 2ª aplicação devem ser definidas no projeto.

c) Quando for empregado agregado poroso deve ser considerada a sua porosidade na fixação da taxa de aplicação do ligante asfáltico.

d) Recomendam-se, de uma maneira geral, as seguintes taxas de aplicação de agregados convencionais e de ligantes asfálticos:

**Tabela 2 – Taxas de aplicação**

Camada	Ligante	Agregado
1ª	1,2 a 1,8 t/m <sup>2</sup>	20 a 25 kg/m <sup>2</sup>
2ª	0,8 a 1,2 t/m <sup>2</sup>	10 a 12 kg/m <sup>2</sup>



### Equipamentos

Todo equipamento, antes do início da execução do serviço, deve atender ao recomendado nesta Norma, fator que deve condicionar a emissão da Ordem de Serviço. Os equipamentos requeridos são os seguintes:

a) Carros distribuidores de ligante asfáltico, providos de dispositivos de aquecimento, tacômetro, calibradores, termômetros com precisão de  $\pm 1$  °C, em locais de fácil acesso, e espargidor manual para o tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas. As barras de distribuição devem ser do tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante e que permitam uma aplicação homogênea;

b) Distribuidores de agregados rebocáveis ou automotrizes, possuindo dispositivos que permitam um espalhamento homogêneo da quantidade de agregados fixada no projeto;

c) Rolos compressores do tipo tandem ou, de preferência, pneumáticos, autopropulsores. Os rolos compressores tipo tandem devem ter uma carga superior a 25 kg e inferior a 45 kg por centímetro de largura de roda. Seu peso total não deve ser superior a 10 toneladas. Os rolos pneumáticos, autopropulsores, devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 0,25 a 0,84 MPa (35 a 120 psi).

### Execução

As operações para execução das camadas do TSD são discriminadas a seguir:

a) Inicialmente, deve-se realizar uma varredura da pista imprimada ou pintada, para eliminar todas as partículas de pó.

b) A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser determinada em função da relação temperatura x viscosidade. Deve ser escolhida a que proporcionar a melhor viscosidade para o espalhamento. As faixas de viscosidade recomendadas são: – Cimento asfáltico, 20 a 60

segundos SayboltFurol (DNER-ME 004/94); – Emulsão asfáltica, 20 a 100 segundos Saybolt-Furol (DNER-ME 004/94).

c) No caso de utilização de melhorador de adesividade deve-se exigir que o aditivo seja adicionado ao ligante asfáltico no canteiro de obra, obrigando-se sempre a recirculação da mistura ligante asfáltico-aditivo.

d) O ligante asfáltico deve ser aplicado de uma só vez em toda a largura da faixa a ser tratada. Excedentes, falta ou escassez de ligante asfáltico na pista durante as operações de aplicação devem ser evitados ou corrigidos prontamente.

e) Cuidados especiais devem ser observados na execução das juntas transversais (início e fim de cada aplicação de ligante asfáltico) e das juntas longitudinais (junção de faixas quando o revestimento é executado em duas ou mais faixas), para se evitar excesso, escassez ou falta de ligante asfáltico aplicado nestes locais. – No primeiro caso, geralmente deve ser utilizado, no início ou a cada parada do equipamento de aplicação de ligante, um recobrimento transversal da pista com papel ou outro material impermeável; – No segundo caso, deve ser realizado pelo equipamento de aplicação de ligante um recobrimento adicional longitudinal da faixa adjacente, determinado na obra, em função das características do equipamento utilizado.

f) Imediatamente após a aplicação do ligante deve-se realizar o espalhamento da 1ª camada do agregado, na quantidade indicada no projeto. Excessos ou escassez devem ser corrigidos antes do início da compressão

g) Deve-se iniciar a compressão do agregado imediatamente após o seu lançamento na pista. A compressão deve começar pelas bordas e progredir para o eixo nos trechos em tangente e nas curvas deve progredir sempre da borda mais baixa para a borda mais alta, sendo cada passagem do rolo recoberta, na passada subsequente, de pelo menos metade da largura deste.

h) Após a compressão da camada, obtida a fixação do agregado, faz-se uma varredura leve do material solto.

i) Deve-se executar a segunda camada de modo idêntico à primeira. j) Não deve ser permitido o tráfego quando da aplicação do ligante asfáltico ou do agregado. Deve-se liberar o tráfego somente após o término da compressão e de maneira controlada. 6 Condicionantes ambientais Objetivando a preservação ambiental, devem ser devidamente observadas e adotadas as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema ambiental

444  
Página

definidos no instrumental técniconormativo pertinente vigente no DNIT, especialmente a Norma DNIT 070/2006-PRO, e na documentação técnica vinculada à execução do empreendimento, documentação esta que compreende o Projeto de Engenharia, o Estudo Ambiental (EIA ou outro), os Programas Ambientais pertinentes do Plano Básico Ambiental - PBA e as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

#### Inspeções

#### Controle dos insumos

Os materiais utilizados na execução do Tratamento Superficial Duplo devem ser rotineiramente examinados, de acordo com as metodologias indicadas, e aceitos em conformidade com as normas em vigor.

#### Ligante asfáltico

a) Cimentos asfálticos Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve ser submetido aos seguintes ensaios: - 01 ensaio de penetração a 25 °C (DNIT 155/2011-ME);

01 ensaio de viscosidade a 135 °C SayboltFurol (DNER-ME 004/94);

01 ensaio de ponto de fulgor (DNER-ME 148/94);

01 ensaio de espuma;

01 índice de susceptibilidade térmica determinado pelo ensaio de penetração (DNIT 155/2011-ME) e de ponto de amolecimento (DNIT-131/2010-ME);

Para cada 100 t de carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra: - 01 ensaio de viscosidade "Saybolt-Furol" (DNER-ME 004/94) à diferentes temperaturas, para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura.

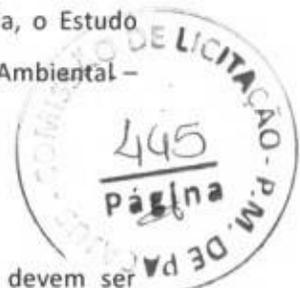
b) Emulsões asfálticas Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve ser submetido aos seguintes ensaios:

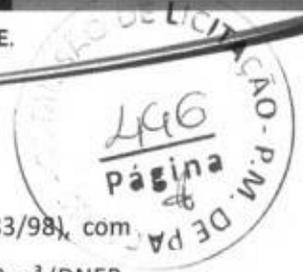
- 01 ensaio de determinação do resíduo de destilação de emulsões asfálticas (ABNT NBR 6568:2005); - 01 ensaio de peneiramento (DNER-ME 005/94);

- 01 ensaio de desemulsibilidade (DNIT 157/2011-ME);

- 01 ensaio de carga da partícula (DNIT 156/2011-ME); Para cada 100 t de carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra:

- 01 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol (DNER-ME 004/94), à diferentes temperaturas, para o estabelecimento da relação temperatura x viscosidade.





**Agregado Realizar os seguintes ensaios:**

- análises granulométricas para cada jornada de trabalho (DNER-ME 083/98), com amostras coletadas de maneira aleatória; - ensaio de índice de forma, para cada 900 m<sup>3</sup> (DNER-ME 086/94); ensaio de adesividade, para todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra, e sempre que houver variação da natureza do material (DNERME 078/94).

Melhorador de Adesividade Realizar o seguinte ensaio nos cimentos asfálticos que não apresentarem boa adesividade:

- 01 ensaio de adesividade, toda vez que o aditivo for incorporado ao ligante asfáltico (NBR 14329:1999).

**Controle da execução**

O controle da execução do Tratamento Superficial Duplo deve ser exercido mediante as determinações a seguir indicadas, feitas de maneira aleatória e de acordo com o Plano de Amostragem Variável

**Temperatura**

A temperatura de aplicação do ligante asfáltico deve ser medida no caminhão distribuidor imediatamente antes da aplicação, a fim de verificar se satisfaz ao intervalo definido pela relação viscosidade x temperatura.

**Taxas de aplicação e de espalhamento**

a) No caso de utilização de cimento asfáltico O controle da quantidade de cimento asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de massa (P1) e área (A) conhecidas, na pista onde está sendo aplicado. O cimento asfáltico é coletado na bandeja na passagem do carro distribuidor. Com a pesagem de bandeja com o cimento asfáltico coletado (P2) se obtém a taxa de aplicação (T) da seguinte forma:

$$T = \frac{P_2 - P_1}{A}$$

A tolerância admitida na taxa de aplicação é de  $\pm 0,2$  l/m<sup>2</sup>.

b) No caso de utilização do ligante asfáltico RR-2C O controle da quantidade do ligante asfáltico aplicado deve ser efetuado aleatoriamente, mediante a colocação de bandejas, de massa (P1) e área (A) conhecidas, na pista onde está sendo feita a aplicação.

O ligante asfáltico é coletado na bandeja na passagem do carro distribuidor. Com a pesagem da bandeja depois da ruptura total (até massa constante) do ligante asfáltico coletado (P2) se obtém a taxa de aplicação do resíduo TR da seguinte forma:

$$TR = \frac{P_2 - P_1}{A}$$

A partir da taxa de aplicação do resíduo (TR) se obtém a Taxa de Aplicação (T) da emulsão RR-2C, em função da porcentagem de resíduo verificada no ensaio de laboratório, quando do recebimento do correspondente carregamento do ligante asfáltico.

c) Agregados O controle da quantidade de agregados espalhados longitudinal e transversalmente deve ser feito mediante a colocação de bandejas, de massa e área conhecidas na pista onde estiver sendo feito o espalhamento. Por intermédio de pesagens, após a passagem do dispositivo espalhador, tem-se a quantidade de agregado espalhada. A tolerância admitida na taxa de aplicação é de  $\pm 1,5 \text{ kg/m}^2$ .

d) O número mínimo de determinações por segmento (área inferior a 3.000 m<sup>2</sup>) é de cinco. A frequência indicada para a execução dessas determinações é a mínima aceitável, devendo ser compatibilizada com o Plano de Amostragem Variável

#### Verificação do produto

A verificação final da qualidade do Tratamento Superficial Duplo (Produto) deve ser exercida mediante as determinações descritas a seguir, executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável

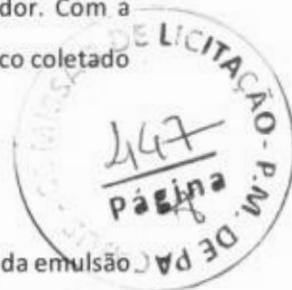
#### Acabamento da superfície

O acabamento da superfície dos diversos segmentos concluídos é verificado com duas régua, uma de 1,20 m e outra de 3,00 m de comprimento, colocadas em ângulo reto, sendo uma delas paralela ao eixo da estrada, nas diversas seções correspondentes às estacas de locação.

A variação da superfície entre dois pontos quaisquer de contato não deve exceder 0,5 cm, quando verificada com qualquer das régua.

#### Alinhamentos

A verificação do eixo e das bordas nas diversas seções correspondentes às estacas de locação é feita à trena. Os desvios verificados não devem exceder  $\pm 5 \text{ cm}$ .



**Plano de amostragem – Controle tecnológico** O número e a frequência de determinações correspondentes aos diversos ensaios para o controle tecnológico dos insumos, da execução e do produto devem ser estabelecidos segundo um Plano de Amostragem aprovado pela Fiscalização, elaborado de acordo com os preceitos da Norma DNER-PRO 277/97.

O tamanho das amostras deve ser documentado e previamente informado à Fiscalização

**Condições de conformidade e não conformidade** Todos os ensaios de controle e determinações relativos aos insumos, à produção e ao produto, realizados de acordo com o Plano de Amostragem citado em 7.4, devem cumprir as Condições Gerais e Específicas desta

Norma e estar de acordo com os seguintes critérios: Quando especificado um valor mínimo e/ou máximo a ser(em) atingido(s), devem ser verificadas as seguintes condições:

a) Condições de conformidade:

$X - ks \geq$  valor mínimo especificado;

$X + ks \leq$  valor máximo especificado.

b) Condições de não-conformidade:

$X - ks <$  valor mínimo especificado;

$X + ks >$  valor máximo especificado.

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Onde:

i x – valores individuais

X – média da amostra

s - desvio padrão da amostra

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações

n - número de determinações (tamanho da amostra).

Os resultados do controle estatístico devem ser registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, de acordo com a Norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece que sejam tomadas providências para tratamento das "Não conformidades".

Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta Norma. Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

Qualquer serviço corrigido só deve ser aceito se as correções executadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta Norma; caso contrário, deve ser rejeitado

## DRENAGEM

- **Banqueta / Meio-Fio em Concreto Pré-moldado**

Deverão ser colocadas banquetas em concreto, com dimensões básicas (1,00 x 0,35 x 0,15 x 0,12)m, vide detalhe nas peças gráficas. Serão escavadas valas para fixação das banquetas, após a execução da escavação os meios-fios serão posicionados, de forma nivelada e alinhada. As guias serão escoradas no aterro das calçadas laterais. O rejuntamento deverá ser executado com argamassa de cimento e areia, traço 1:3 e em seguida deverão ser caiados com duas demãos.

- **Meio-Fio conjugado c/ Sarjeta, Extrusado com Concreto FCK 20MPa**

Este segundo procedimento alternativo refere-se ao emprego de formas metálicas deslizantes, acopladas a máquinas automotrizes (moldagem por extrusão), compreendendo as etapas de construção relacionadas a seguir:

- 1a) Escavação da cava da base do meio-fio, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- 2a) Execução, quando for necessário, de base de concreto para regularização e apoio dos meios-fios;
- 3a) Lançamento, por extrusão, do concreto.

- **Recomendações Gerais**

Para garantir maior resistência dos meios-fios a impactos laterais, quando estes não forem contidos por canteiros, passeios ou por reaterro com material escavado, serão aplicados escoras de concreto magro ("bolas"), espaçadas de 2m.

Em qualquer dos casos o processo alternativo eventualmente utilizado será adaptado às particularidades de cada obra, e submetido à aprovação da Fiscalização.





## SERVIÇOS DIVERSOS

### • 4.1 – Sinalização Horizontal

Sinalização Horizontal é um subsistema da sinalização diária que se utiliza de linhas, marcações, símbolos e legendas, pintados ou apostos sobre o pavimento das vias. Tem como função organizar o fluxo de veículos e pedestres, controlar e orientar os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos.

A sinalização horizontal será executada de acordo com o CTB Lei N° 9.503/97, sendo as faixas Tipo Zebrada (faixas de pedestres) com largura (A) igual a 0,40 metros, a distância entre elas (B) de 0,40 metros e extensão (C) de 3 metros, utilizando tinta retrorrefletiva a base de resina acrílica com microesferas de vidros. As faixas Contínuas e Seccionada também serão executadas de acordo com o CTB Lei N° 9.503/97 e utilizando tinta retrorrefletiva a base de resina acrílica com microesferas de vidros.

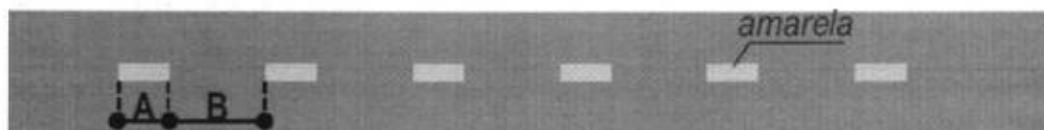
Sendo a sinalização horizontal executada em duas possíveis cores, sendo elas:

**Amarela:** utilizada na regulação de fluxos de sentidos opostos; na delimitação de espaços proibidos para estacionamento e/ou parada e na marcação de obstáculos; e

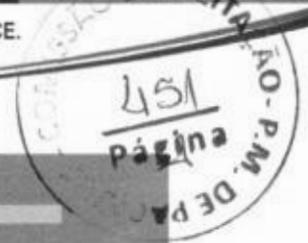
**Branca:** utilizada na regulação de fluxos de mesmo sentido; na delimitação de trechos de vias, destinados ao estacionamento regulamentado de veículos em condições especiais; na marcação de faixas de travessias de pedestres, símbolos e legendas.



Detalhe Faixa Tipo Zebrada.



Detalhe Faixa Seccionada.



amarela

#### *Detalhe Faixa Contínua.*

Para a Sinalização Vertical será utilizada placa de sinalização em chapa de aço num 16 com pintura refletiva com suporte em tubo de aço galvanizado com costura, classe leve, DN 50mm com 2,80m de comprimento, onde deverá ficar com altura livre de no mínimo 2,00 m, sendo a de tipo Octogonal com lado igual a 0,25m, a de tipo circular com diâmetro de 0,40m, a triangular com lado de 0,75m e a retangular com lado maior igual a 0,50m e lado menor igual a 0,25m, de acordo com o CTB Lei N° 9.503/97.

- **4.2 – Placa de Sinalização**

Sinalização Vertical sinalização viária estabelecida através da comunicação visual, por meio de placas, painéis ou dispositivos auxiliares, situados na posição vertical, implantados a margem da via ou suspensos sobre ela, tem como finalidade: a regulamentação do uso da via, advertência para situações perigosas ou problemáticas, entre outros

#### LIMPEZA DE AREA URBANIZADA

##### Limpeza de Piso em Área urbanizada

Todas as ruas a serem pavimentadas deverão ser limpas antes da liberação do trafego. Deverá ser removido qualquer material proveniente da obra, como pedra e material de aterro.

A obra será entregue em perfeito estado de limpeza e conservação: deverão apresentar funcionamento perfeito todas as suas instalações, equipamentos e aparelhos, com as instalações definitivamente ligadas às redes de serviços públicos. Será removido todo o entulho do terreno, sendo cuidadosamente limpos e varridos os acessos. Todas as cantarias, alvenarias de pedra, pavimentação, revestimentos, cimentados, ladrilhos, pedras, azulejos, vidros, aparelhos sanitários, etc., serão limpos, abundante e cuidadosamente lavados, de modo a não serem danificadas outras partes da obra por estes serviços de limpeza.



# ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

**CREA-CE**

**ART OBRA / SERVIÇO**  
**Nº CE20221007241**

**Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará**

INICIAL

**1. Responsável Técnico**

**FRANCISCO DIEGO ARAÚJO SOUSA**

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: 0612817946

Registro: 0612817946CE

**2. Dados do Contrato**

Contratante: **MUNICIPAL DE PACAJUS**

**RUA GUARANY**

Complemento: **ALTO**

Cidade: **Pacajus**

Bairro: **CENTRO**

UF: **CE**

CPF/CNPJ: 07.384.407/0001-09

Nº: 600

CEP: 62870000

Contrato: 2018.08.24.001

Celebrado em: 03/08/2020

Valor: **R\$ 2.000,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Público**

Ação Institucional: **NENHUMA - NÃO OPTANTE**

**3. Dados da Obra/Serviço**

**RUA GUARANY**

Complemento:

Cidade: **Pacajus**

Data de Início: 03/01/2022

Previsão de término: 31/12/2022

Coordenadas Geográficas: **-4.172394, -38.466169**

Finalidade: **Infraestrutura**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **MUNICIPAL DE PACAJUS**

Nº: 600

Bairro: **CENTRO**

UF: **CE**

CEP: 62870000

CPF/CNPJ: 07.384.407/0001-09

**4. Atividade Técnica**

14 - Elaboração	Quantidade	Unidade
35 - Elaboração de orçamento > TRANSPORTES > INFRAESTRUTURA URBANA > DE PAVIMENTAÇÃO > #4.2.1.2 - ASFÁLTICA PARA VIAS URBANAS	1,00	un
80 - Projeto > TRANSPORTES > INFRAESTRUTURA URBANA > DE PAVIMENTAÇÃO > #4.2.1.2 - ASFÁLTICA PARA VIAS URBANAS	1,00	un
80 - Projeto > TOPOGRAFIA > LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS BÁSICOS > DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO > #33.1.1.1 - PLANIMÉTRICO	1,00	un
67 - Levantamento > TOPOGRAFIA > LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS BÁSICOS > DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO > #33.1.1.1 - PLANIMÉTRICO	1,00	un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

**5. Observações**

ART DE ELABORAÇÃO DE PROJETO E ORÇAMENTO E LEVANTAMENTO PLANIMÉTRICO DATUM SIRGAS 2000 E ARQUIVO SHAPE DA CONSTRUÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA COM SINALIZAÇÃO VERTICAL E HORIZONTAL E DRENAGEM NA AV. DO BEIRA AÇUDE NA SEDE DO MUNICÍPIO DE PACAJUS-CE.

**6. Declarações**

- Declaro que estou cumprindo as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.

**7. Entidade de Classe**

CLUBE DE ENGENHARIA DO CEARÁ (CEC)

**8. Assinaturas**

Declaro serem verdadeiras as informações acima

**FRANCISCO DIEGO ARAÚJO SOUSA - CPF. 047.106.113-19**

Local \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ data \_\_\_\_\_

**MUNICIPAL DE PACAJUS - CNPJ: 07.384.407/0001-09**

**9. Informações**

\* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

**10. Valor**

Valor da ART: **R\$ 88,78**

Registrada em: **28/06/2022**

Valor pago: **R\$ 88,78**

Nosso Número: **8215467381**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-ce.sitac.com.br/publico/>, com a chave: Zy49w  
Impresso em: 05/07/2022 às 15:13:20 por: , ip: 206.42.41.99

www.creace.org.br  
Tel: (85) 3453-5800

faleconosco@creace.org.br  
Fax: (85) 3453-5804

**CREA-CE**  
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará





