

DIRETRIZES PARA APRESENTAÇÃO DE PROJETO DE DRENAGEM

1. OBJETIVO:

Estas diretrizes têm por finalidade estabelecer o modo pelo qual devem ser projetadas as galerias de águas pluviais.

Deverá ser submetido à análise e posterior aprovação, o projeto e as memórias de cálculo, para que se justifiquem e viabilizem o sistema de drenagem de determinada área: loteamentos, arruamentos, movimentos de terra, etc., que se pretenda executar.

O projeto deverá ser desenvolvido até o despejo em um curso d'água natural, ou em uma galeria de jusante, desde que esta tenha capacidade hidráulica suficiente para receber tal contribuição.

O projeto deverá ser apresentado para análise, antes da fase de execução das obras do loteamento. O projetista deverá procurar Seção de Projetos de Drenagem da Divisão de Apoio Técnico do município de Jundiaí, para ser orientado quanto à forma de procedimento. As informações deverão ser observadas na fase de elaboração do projeto, arruamento, etc.

2. PROCEDIMENTO PARA APROVAÇÃO DO PROJETO DE DRENAGEM:

2.1. Fornecimento por parte da Prefeitura Municipal dos parâmetros, elementos de cálculos padrão, detalhes de poços de visita, boca de lobo, grelhas, etc., adequados à área e tipo de obra.

Para imóveis contidos nas áreas de mananciais do Rio Jundiaí-Mirim e seus afluentes e Córrego da Estiva ou Japi e seus afluentes, conforme lei 2.405 de 10 de maio de 1980 a projetista apresentará solução adequada, relativamente aos problemas de erosão relacionados com o escoamento das águas;

2.2. Apresentação do projeto de drenagem definitivo completo em uma via para análise conforme instrução da DELOI/UGPUMA e após aprovação uma via ficará arquivada Seção de Projetos de Drenagem.



2.2.1. Apresentação do projeto:

- (a) Memorial descritivo e de cálculo;
- (b) Planilhas de cálculo e dimensionamento;
- (c) Detalhes dos elementos padrão (BL, PV, etc.);
- (d) Planta baixa com a distribuição de áreas de contribuição (bacias e sub-bacias);
- (e) Planta baixa de toda rede de galerias (escala mínima 1:1000), contendo:
 - poços de visita (PV) numerados;
 - bocas de lobo (BL) numeradas;
 - galerias:
 - cotas de entrada e saída de PV;
 - diâmetro do tubo (m);
 - declividade (m/m);
 - comprimento longitudinal (m)
 - sentido de escoamento;
 - cotas do tampão do PV, do fundo e profundidade (m);
- (f) Perfis longitudinais das ruas com as galerias;
- (g) Resumo com lista de materiais;
- (h) Arquivo digital do projeto gravado em mídia portátil.

2.2.2. Observações:

A planta baixa deverá indicar as áreas de contribuição (em m²), e as declividades longitudinais das ruas nos diversos trechos. Deverão ser apresentadas planilhas de cálculo das galerias e do escoamento superficial.

Nos perfis longitudinais das ruas (greide de projeto), deverão estar indicados, em escala, os trechos de galeria, através de projeção dos alinhamentos da geratriz interna. Os poços de visita,



com a respectiva numeração e cota. As cotas de chegada e saída das galerias nos poços de visita, bem como o diâmetro, a declividade e o comprimento do trecho.

As cotas das galerias devem sempre se referir à geratriz inferior interna.

Os desenhos deverão ser apresentados nas escalas: Verticais: 1:100 ou 1:50; Horizontais: 1:1000 ou 1:500. Os detalhes deverão ser feitos em escalas 1:20 ou 1:10 (PV, BL, etc.).

3. ESCOAMENTO SUPERFICIAL:

3.1. Será permitido o escoamento superficial até a formação de lâmina d'água máxima, na largura de 2,00 m sobre o leito carroçável, desde que as sarjetas de ambos os lados da via estejam niveladas e o abaulamento resulte em uma declividade transversal de 2%, a partir do eixo longitudinal da citada via.

3.2. Em cada poço de visita, boca de lobo ou captador, serão verificadas as condições de escoamento superficial, com indicação em planilha própria.

3.3. O escoamento superficial será calculado com base no método de Izzard, considerando que o valor da altura de água máxima na sarjeta será igual ou inferior a 13 cm para evitar transbordamentos e a velocidade de escoamento na sarjeta será limitada a 3,00 m/s para evitar danos à pavimentação.

3.4. Cálculo do escoamento de águas pluviais através das sarjetas. Será calculado com base na fórmula de Izzard. A vazão comportada pela sarjeta é dada pela equação:

$$Q_0 = 0,375 \cdot (z / \eta) \cdot l^{1/2} \cdot y_0^{8/3}$$

onde:

Q_0 : vazão de deflúvio no ponto considerado da sarjeta, em m³/s;

z : relação entre a largura e a altura da lâmina de água na sarjeta;

l : declividade longitudinal da sarjeta, em m/m;

y_0 : altura máxima de água na sarjeta (13,0 cm), em m;



η : coeficiente de rugosidade da tubulação, adimensional.

A primeira boca de lobo do sistema de drenagem deverá ser instalada no ponto em que o escoamento pluvial atingir o limite de vazão estabelecido para a sarjeta. Sendo a altura da guia de 15 cm, a altura máxima de água na sarjeta (y_0) será igual a 13 cm, para evitar transbordamentos. Casos especiais, em que a concepção do projeto indique altura de guia menor do que 15 cm, o projetista deverá consultar a Seção de Drenagem desta municipalidade a qual estabelecerá novo limite para a altura máxima de água na sarjeta (y_0).

A velocidade de escoamento na sarjeta é limitada a 3,0 m/s para evitar danos ao pavimento e é dada pela equação:

$$v = 0,95 \cdot (1 / z)^{1/4} \cdot (l^{1/2} / \eta)^{3/4} \cdot Q_0^{1/4}$$

onde:

v: velocidade de escoamento, em m/s.

4. ESCOAMENTO EM CANAL OU GALERIA:

4.1. Intensidade Pluviométrica:

A intensidade pluviométrica deverá ser calculada pela Equação de Chuvas da cidade de São Paulo, do Prof. Paulo Sampaio Wilken, ou por outra equação de chuvas válida.

4.1.1. Cálculo da intensidade de chuvas:

Equação de chuvas da cidade de São Paulo, elaborada pelo Prof. Paulo Sampaio Wilken:

$$i = \frac{1747,9 \cdot Tr^{0,181}}{(tc + 15)^{0,89}}$$

onde:



i: intensidade de chuvas, em mm/h;

Tr: tempo de recorrência, em anos;

tc: tempo de concentração, em minutos.

4.1.1.1. Cálculo do tempo de concentração:

(a) Fórmula de George Ribeiro:

$$tc = \frac{16 \cdot L}{(1,05 - 0,20 \cdot p) \cdot (100 \cdot I)^{0,04}}$$

onde:

tc: tempo de concentração, em minutos;

L: comprimento do talvegue do curso de água, em Km;

p: porcentagem da área da bacia dividida pela área coberta de vegetação, em decimal;

I: declividade média do talvegue, em m/m.

(b) Fórmula Califórnia Culverts Pratices (recomendação da DAEE, 2006):

$$tc = 57 \cdot (L^3 / \Delta h)^{0,385}$$

onde:

L: comprimento do talvegue do curso de água, em Km;

Δh : diferença de nível, em m.

(c) Fórmula de Picking:

$$tc = 5,3 \cdot (L^2 / I)^{1/3}$$

onde:



I: declividade média, em m/m;

L: comprimento do talvegue do curso de água, em Km.

4.1.1.2. Tempo de Escoamento:

O tempo de escoamento superficial é o tempo gasto pelas águas precipitadas nos pontos mais distantes para atingir a primeira boca de lobo. O tempo de concentração pode ser adotado em 10 minutos para a primeira boca de lobo, ou pode ser calculado.

Em loteamentos com características populares, cujos lotes apresentem áreas menores ou iguais a 125 m², o tempo de concentração inicial de cada galeria pluvial, será de 5 minutos.

4.2. Cálculo da vazão de projeto:

O cálculo da vazão de projeto deverá ser feito pelo Método Racional, para áreas de até 2 Km² e pelo Método de Ven Te Chow, I-Pai-Wu modificado (para áreas de até 200 Km²) ou por outros métodos similares, que considerem hidrogramas unitários, para áreas maiores que 2 Km².

Para o escoamento em galerias tubulares a vazão máxima admissível para cada trecho deverá sempre ser inferior a 80% da relação entre a vazão de projeto e a vazão máxima comportada pela galeria. Igual procedimento para galerias celulares e canais a céu aberto.

4.2.1. Método Racional:

Este método é utilizado para bacias pequenas, em áreas urbanizadas, menores que 2 Km²

$$Q = c \cdot i \cdot A$$

$$3.600.000$$

onde:

Q: vazão, em m³/s;

c: coeficiente de escoamento superficial (Run-off);



i: intensidade média de chuvas, em mm/h;

A: área da bacia de contribuição, em m².

4.2.2. Método de Ven Te Chow:

Este método é utilizado para bacias em áreas não urbanizadas e/ou maiores que 2 Km²

$$Q = 0,278 \cdot A \cdot X \cdot Y \cdot Z$$

onde:

Q: vazão, em m³/s;

A: área da bacia de contribuição, em m²;

X: fator de deflúvio;

Y: fator climático;

Z: fator de redução de pico de vazão;

0,278: constante para conversão de unidades.

$$tp = 0,005055 \cdot (L / \sqrt{I})^{0,64}$$

onde:

tp: tempo de ascensão;

t: tempo de direção da chuva;

L: comprimento do talvegue do curso de água, em Km;

I: declividade média do talvegue, em %.

O valor do fator de deflúvio (X) é dado em função do tempo de retorno (Tr) e do número de deflúvio (N).

O valor do fator climático (Y) adotado para Jundiaí, é o mesmo valor utilizado para a cidade de São Paulo, (Y=1), pela proximidade entre as cidades.



O valor do fator de redução de pico de vazão (Z) é dado em função da relação entre a duração da chuva (t) e o tempo de ascensão (tp).

4.3. Estudos Hidráulicos:

Nos estudos hidráulicos para dimensionamento de galerias de águas pluviais, emprega-se a fórmula de Manning associada a formula da Continuidade. Para galerias de águas pluviais em tubos de concreto, recomenda-se $\eta = 0,013$ (coeficiente de Manning). Para as galerias de águas pluviais em aduelas, recomenda-se $\eta = 0,015$.

Área molhada (Am):

$$Am = R^2 \cdot \{ [(\alpha \cdot \pi) / 360] - \text{sen} (\alpha / 2) \cdot \cos (\alpha / 2) \}$$

Perímetro molhado (P):

$$Pm = (\alpha \cdot \pi \cdot R) / 180$$

Raio hidráulico (Rh):

$$Rh = Am / P$$

Velocidade (v):

$$v = (Rh^{2/3} \cdot I^{1/2}) / \eta$$

Vazão (Q):

$$Q = Am \cdot v$$



Altura da lâmina de água (h):

$$h = R \cdot [1 - \cos (\alpha / 2)]$$

onde:

Am: Área molhada, em m²;

R: raio interno do tubo, em m;

α : ângulo cujo vértice está no centro do tubo e que passa pelos limites da superfície molhada;

P: Perímetro molhado, em m;

Rh: raio hidráulico, em m;

v: velocidade de escoamento, em m/s;

l: declividade do tubo, em m/m;

η : coeficiente de rugosidade da tubulação, adimensional;

Q: Vazão, em m³/s;

h: Altura da lâmina de água, em m.

4.4. Observações:

4.4.1. O memorial de cálculo deverá conter todos os cálculos detalhados, justificando tecnicamente os métodos utilizados.

4.4.2. Os parâmetros adotados deverão constar do memorial de cálculo do projeto. Os cálculos deverão ser feitos em planilha padrão, que acompanha as presentes diretrizes.

4.4.3. A velocidade máxima que será admitida na galeria e no canal será de 6,00 m/s e a mínima de 0,75 m/s. Nos trechos de desemboque das galerias, a velocidade máxima admissível será de 4,00 m/s. Demonstrar cálculos de dissipação de energia quando a velocidade de saída for maior

que 4,00 m/s. O dissipador de energia deve reduzir a velocidade da água de tal forma que não ultrapasse 1,50 m/s para evitar processos erosivos à jusante dos pontos de descarga.

4.4.4. O Tempo de Recorrência mínimo utilizado no projeto, de modo geral, deverá ser de 30 anos para galerias de concreto pré-moldado ou moldadas “in loco”. O tempo de recorrência será função do risco a que estarão expostos prédios públicos próximos (escolas, hospitais, etc.), bem como áreas densamente habitadas em locais potencialmente inundáveis. Para canais (córregos), tubulados ou não, o tempo mínimo de recorrência deverá ser de 100 anos.

4.4.5. A distância máxima entre os poços de visita não poderá ultrapassar o limite de 60,00 m. Casos especiais, em que a concepção do projeto origine distâncias entre os poços de visita acima deste limite, deverão ser devidamente justificados pelo projetista, analisados e aceitos por esta municipalidade. Para cada PV, no máximo, 4 ligações (3 entradas e uma saída).

4.4.6 O espaçamento entre duas bocas de lobo sucessivas deverá ser no máximo de até 120,00 m. Casos especiais, em que a concepção do projeto origine distâncias entre as bocas de lobo acima deste limite, deverão ser devidamente justificados pelo projetista, analisados e aceitos por esta municipalidade.

4.4.7 Capacidade de engolimento para BL simples padrão (guia chapéu + grelha), largura 30 cm: 90 l/s. Capacidade de engolimento para BL simples padrão (guia chapéu + grelha), largura 40 cm: 100 l/s

4.4.8 Preferência para que todo o empreendimento tenha somente bocas de lobo duplas, tendo em vista a melhor realização da manutenção e limpeza futura pelos SERVIÇOS PÚBLICOS.

5. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES:

5.1. No projeto, as cotas de nível deverão ser transportadas de R.N. oficial.



5.2. O desnível mínimo, entre as geratrizes inferiores dos tubos, que entram e saem dos PV (BL) será de 10 cm. Poderá ser reduzido quando os trechos forem alinhados, em regiões planas, com dificuldade de se atingir a cota de despejo.

5.3. Os pontos de despejo em cursos d'água, deverão ser indicados na planta baixa e deverão obrigatoriamente considerar as condições presentes e futuras destes últimos. As águas captadas deverão ser direcionadas para o local de despejo (meio líquido ou galeria existente) adequadamente, por galerias ou outro tipo de estrutura apropriada.

5.4. A posição e cota de chegada dos sistemas projetados, deverão estar compatíveis no tocante à capacidade hidráulica do canal receptor, bem como a sua altura máxima de lâmina d'água, para evitar o afogamento dos ramais afluentes e conseqüente refluxo no seu escoamento.

5.5. No projeto, deverá ser verificado se a galeria existente para a qual as águas captadas foram direcionadas comportará o incremento de vazão. O projetista deverá demonstrar que o curso d'água receptor apresenta condições hidráulicas de receber o incremento de vazão. Também deverá ser feita a verificação dos efeitos do aumento de vazão, que será gerado pelo empreendimento, em travessias ou sistemas de drenagem existentes a jusante.

5.6. Havendo necessidade de se implantar galerias e/ou alargar/retificar córregos em propriedades de terceiros, o empreendedor deverá apresentar, juntamente com o projeto de drenagem a ser analisado pela Seção de Projetos de Drenagem, as devidas autorizações dos referidos proprietários, com prova de titularidade firma reconhecida.

5.7. As galerias deverão ser em concreto armado, exclusivamente.

Diâmetro mínimo dos tubos para ligação de ramais (entre BL simples e PV) = 40 cm, PA1 (mínimo).

Diâmetro mínimo dos tubos para ligação de ramais (entre BL dupla e PV) = 50 cm, PA1 (mínimo).

Diâmetro mínimo dos tubos para troncos da galeria (ligação entre PV) = 50 cm, PA2 (mínimo).

Diâmetro dos tubos para troncos da galeria (ligação entre PV) \geq 60 cm, PA2 (mínimo).

5.8. Os tampões de poço de visita deverão obedecer a seguinte especificação:



Tampão em ferro fundido dúctil articulado com medidas: 800 mm de altura de diâmetro na base do telar, 600 mm de abertura livre, 95 mm de altura do telar e 630 mm de diâmetro de tampa; classe 30.000 Kg; com pintura a base de tinta betuminosa; peso total 83 Kg; de acordo com Normas ABNT NBR 10160, NBR 10258, NBR 10159; inscrição: PMJ - ÁGUAS PLUVIAIS.

As bocas de lobo deverão ter as grelhas basculantes e chumbadas, de ferro mecânico liso (sem ranhuras) conforme os detalhes anexos.

5.9. Quanto ao recalque de sistemas de drenagem:

- não é permitido o recalque/bombeamento de águas pluviais com despejo direto na rede pública;
- a descarga de águas pluviais no sistema público deve ser por gravidade.

5.10. Apresentação de projeto executivo final da obra (*as-built*). O levantamento de cotas, distâncias, profundidades, etc., deve representar de forma fiel o executado.

5.10. Os valores do coeficiente de escoamento superficial “C” (Run-off), terão os seguintes valores:

- Urbanizações populares, com lotes de área inferior a 200 m²:
 $C = 0,90$
- Urbanizações com lotes de área entre 200 m² e 500 m²:
 $C = 0,80$
- Urbanizações com lotes de área entre 500 m² e 1000 m²:
 $C = 0,70$
- Urbanizações com lotes de área superior a 1000 m²:

C = 0,60

No caso de urbanizações cujos lotes se enquadrem em mais de uma das condições acima citadas, considerar-se-á a respectiva média ponderada. Quanto aos lotes comerciais, o coeficiente *run-off* será calculado em função do aproveitamento máximo dos mesmos, em termos de construção (área impermeabilizada).

Quando houver glebas de contribuição pluvial externa à urbanização, contidas em áreas urbanas e/ou passíveis de serem urbanizadas, de acordo com a sua setorização, será estipulado pela Seção de Projetos de Drenagem um coeficiente run-off específico, quando do fornecimento das diretrizes ora tratadas.

5.11. Existem vários locais onde as bocas de lobo podem ser necessárias, independentemente da consideração pela área de drenagem contribuinte. Para tanto recomenda-se locá-las imediatamente a montante das faixas de pedestres, adotá-las imediatamente a montante de cruzamentos de ruas e em qualquer local onde a água possa fluir para a faixa de rolamento.

5.12 Poços de visita com altura superior a 5,00 m deverão ser executados em concreto armado.

5.13 Apresentar detalhe da guia e sarjeta adotados.

5.14 Grelha, guia e sarjeta diferentes ao padrão deverão ser previamente aprovadas pela Seção de Projetos de Drenagem e apenas será permitida na parte interna de condomínios e de loteamentos com acesso controlado.

5.15 Havendo execução em desacordo com o projeto aprovado, o empreendedor deverá apresentar documentação técnica justificando a situação para regularizar antes do recebimento pela Prefeitura.

5.16 A Seção de Projetos de Drenagem mantém a prerrogativa de requisitar, em qualquer instância, dados adicionais na forma de relatório, memorial descritivo, estudo técnico, projeto ou qualquer outro documento pertinente.

6. ANEXOS:

Planilha de cálculo de galeria de águas pluviais.

Planilha de cálculo para escoamento superficial.

Detalhes dos elementos de drenagem.



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA AS OBRAS DE DRENAGEM PLUVIAL

A Prefeitura Municipal fornece aos loteadores e aos projetistas, diversos detalhes dos elementos particulares de drenagem, juntamente com estas diretrizes.

O material fornecido deve ser entendido com padrão adotado pela Prefeitura Municipal. Não impede, portanto, o interessado de apresentar outras formas, que possa entender como mais adequadas à sua obra desde que previamente aprovadas pela Seção de Projetos de Drenagem.

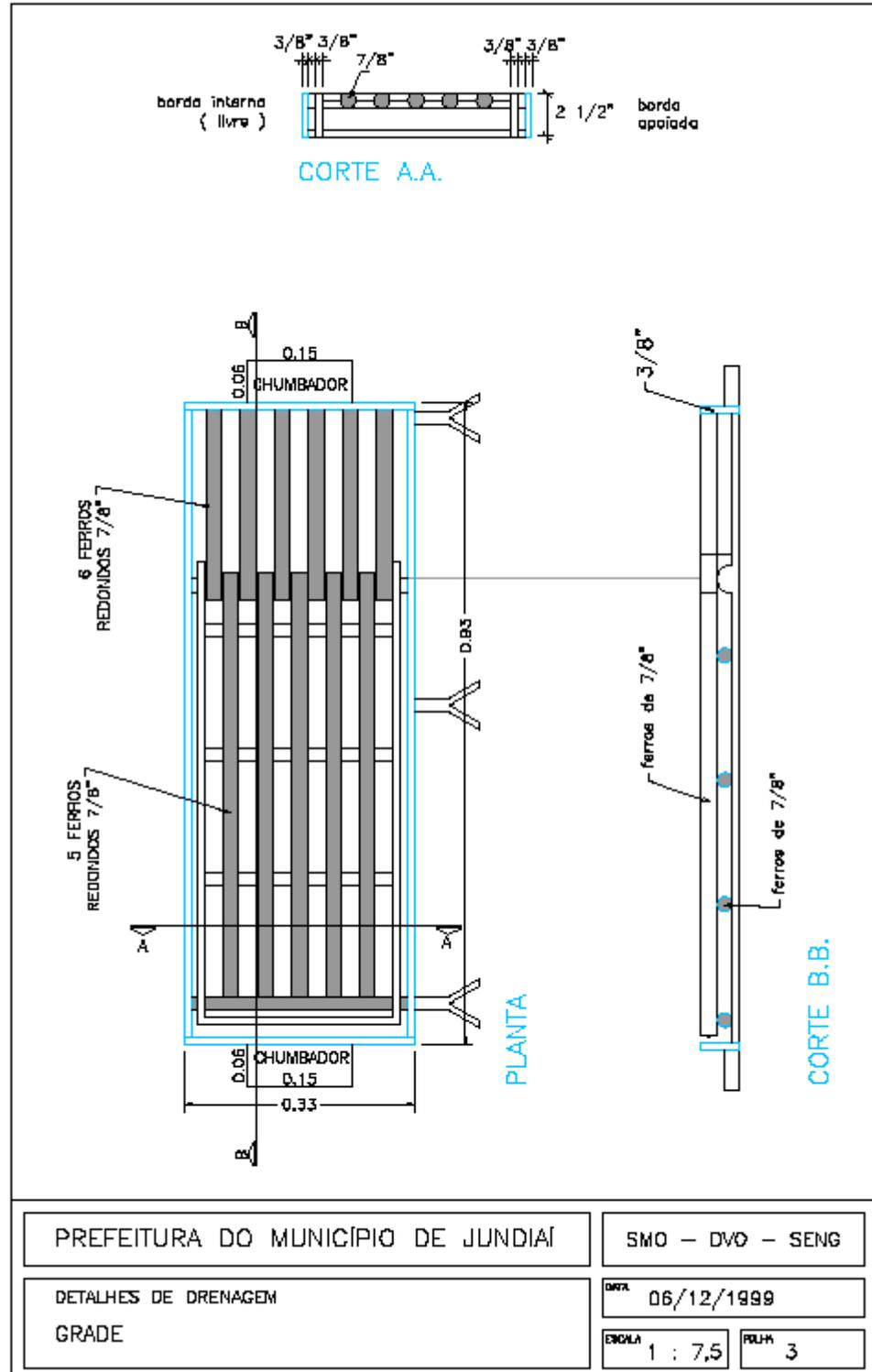
A responsabilidade pelo projeto final é sempre do projetista, que deve ser profissional habilitado, devendo adequar os elementos às condições da obra.

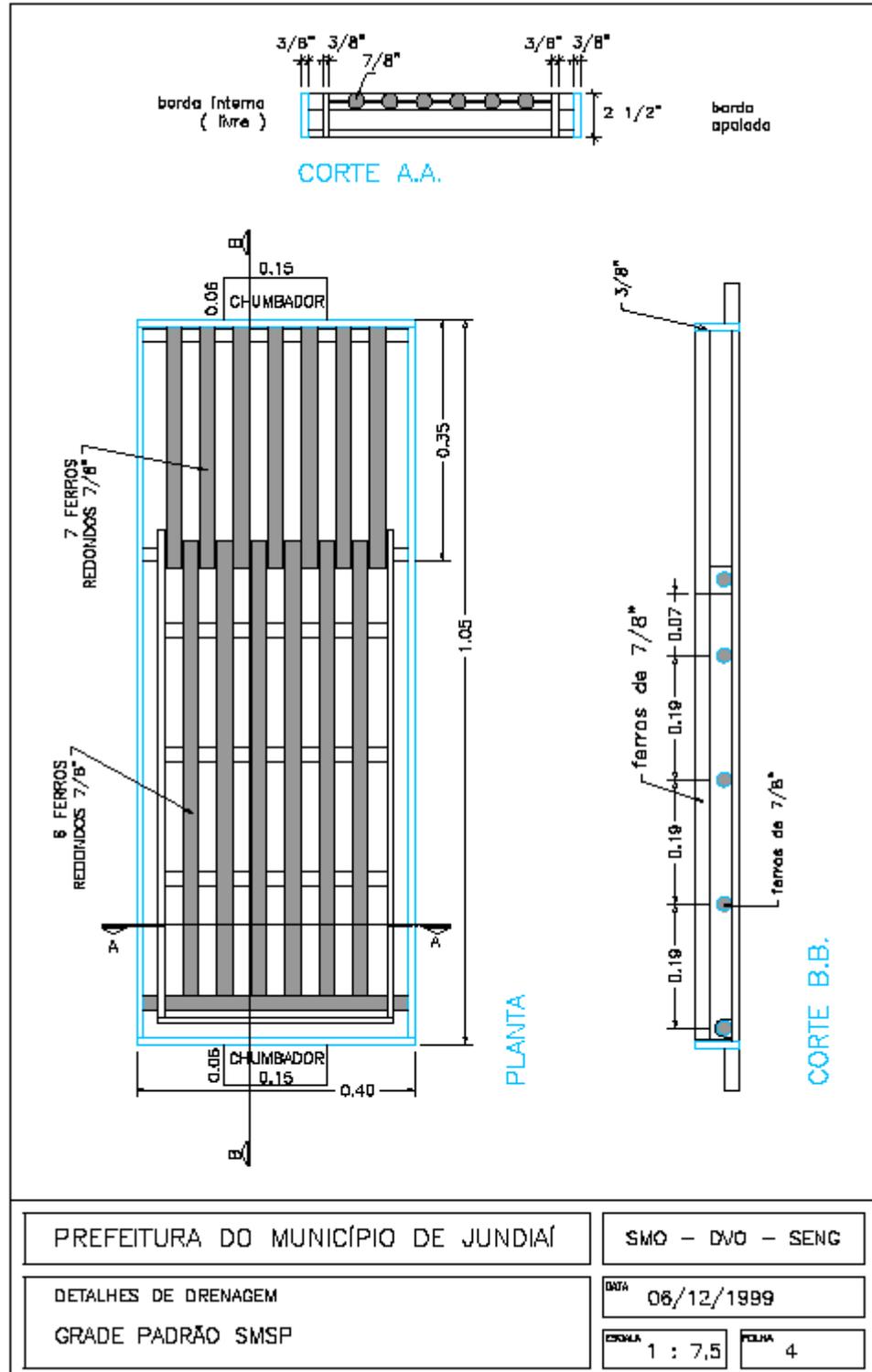
Nestes termos, dentre outros cuidados, deverão ser observados: a qualidade do solo e as condições da camada de cobertura das valas, para que não surjam problemas futuros de recalque e eventuais danos às obras executadas; a classe dos tubos a serem utilizados, em função da sobrecarga a que estarão sujeitos; o adequado dimensionamento de aduelas pré-moldadas de concreto, ou galerias celulares moldadas “in loco”, considerando as cargas móveis e permanentes que deverão obedecer, no que couber, as Normas Brasileiras pertinentes.

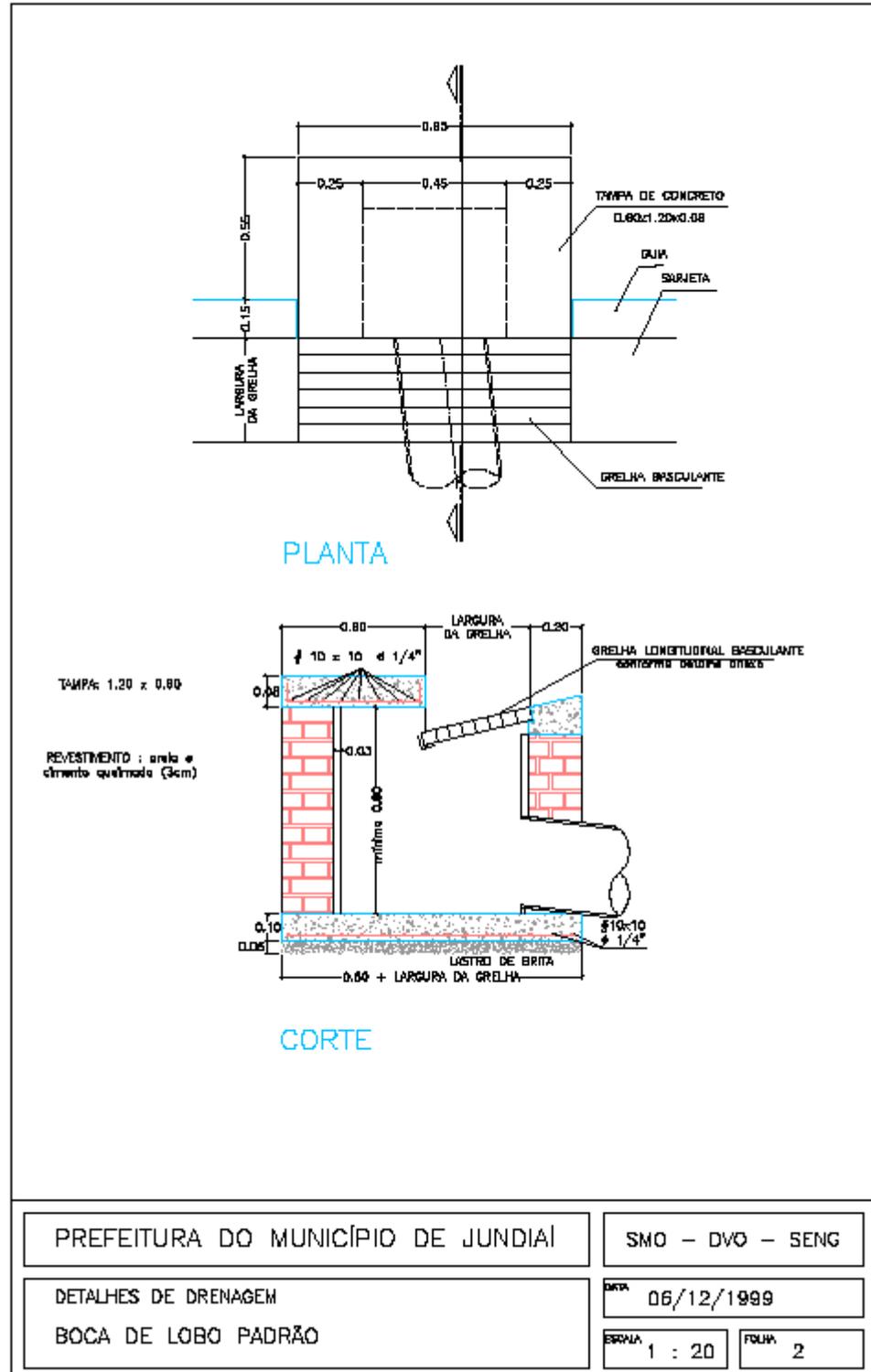
Da mesma forma, deverão ser definidos os materiais a serem empregados na execução dos poços de visita, bocas de lobo e demais singularidades.

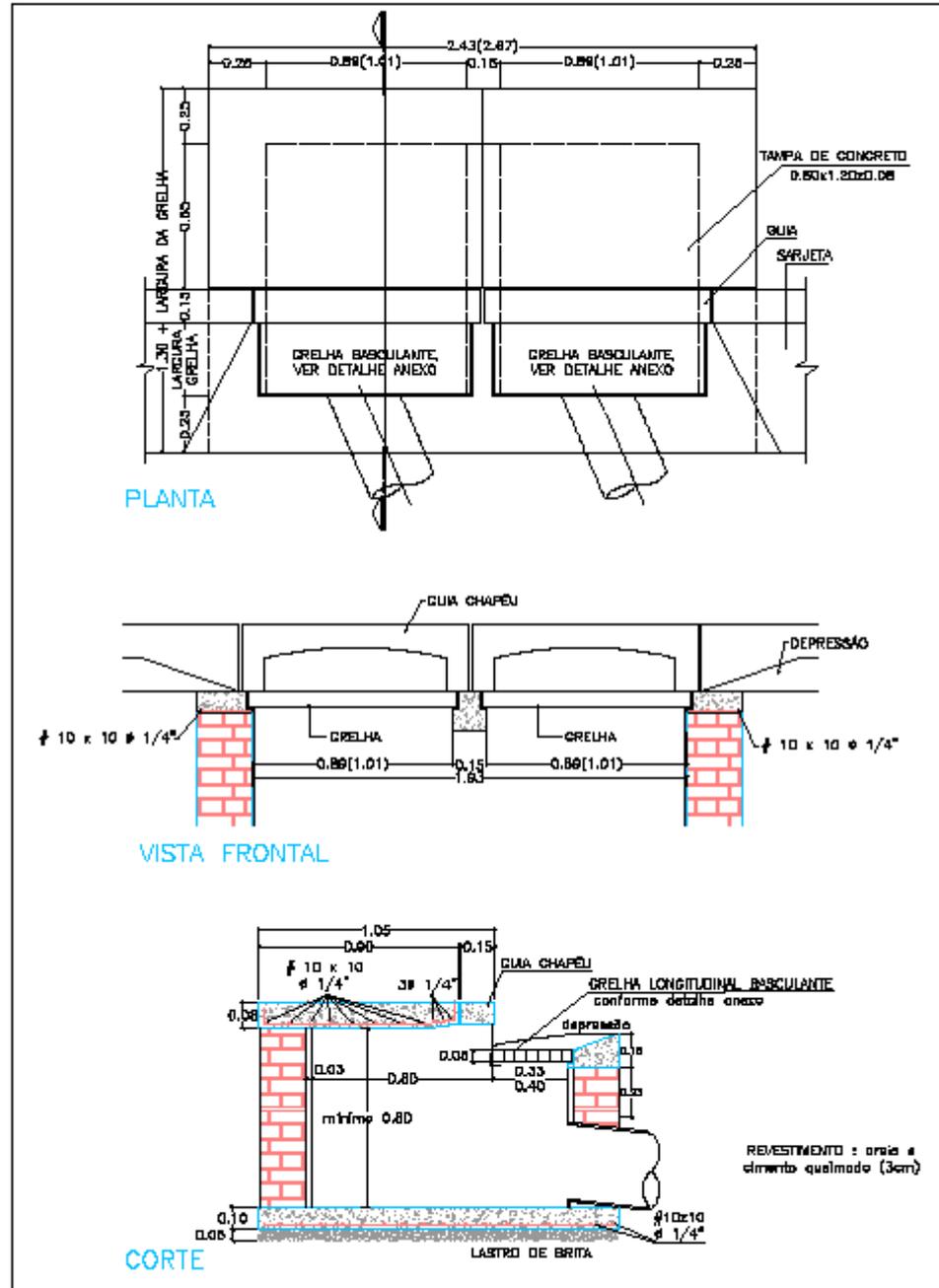
O loteador deve sempre lembrar que os danos poderão ser cobrados pela Prefeitura Municipal. Isso porque, o proprietário do empreendimento é corresponsável pela qualidade das obras, já que a execução correu por sua conta.

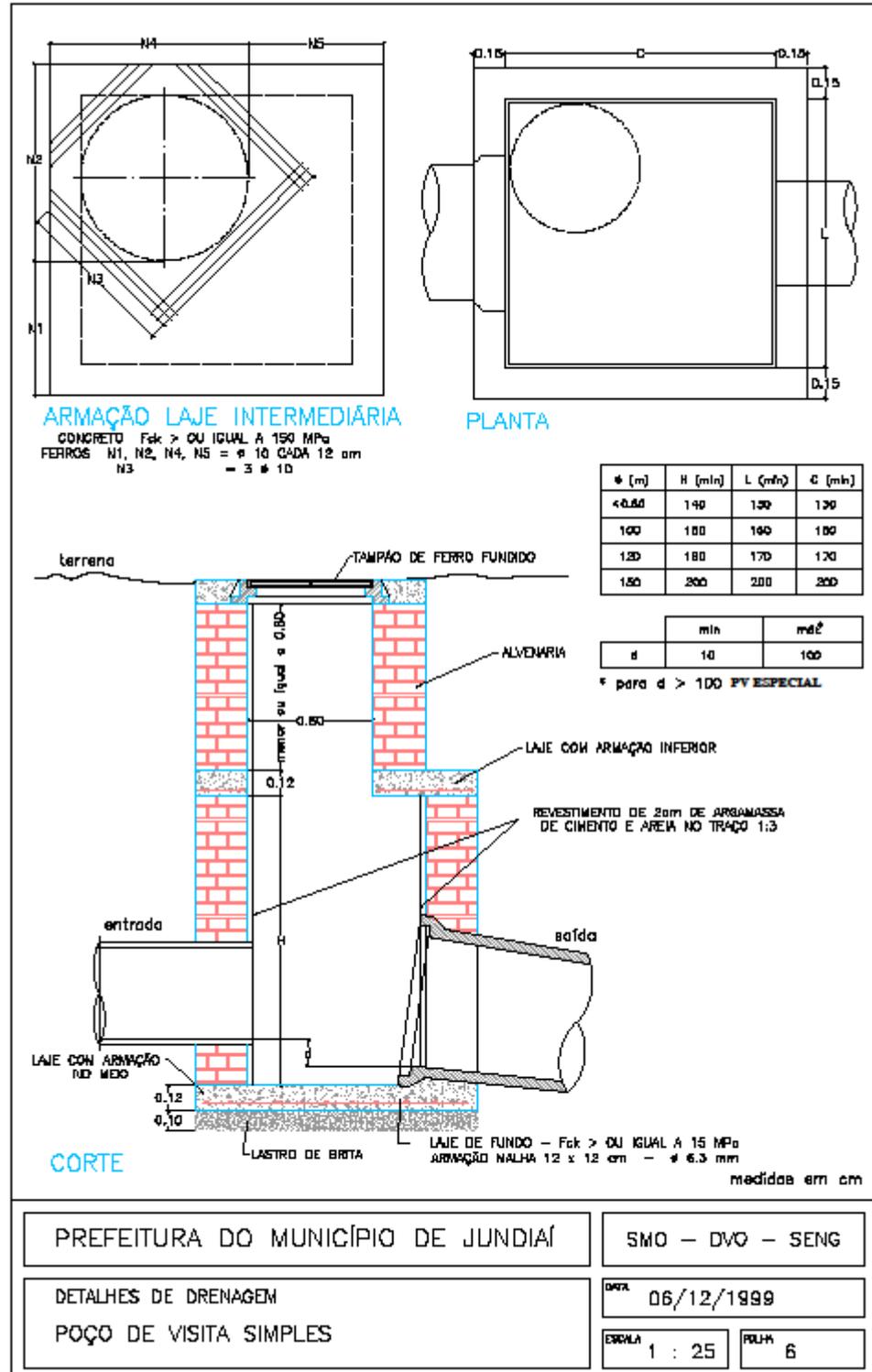
Assim sendo, mesmo após a entrega do loteamento, o loteador continuará a responder pelas obras durante o prazo de 5 anos, como estabelece o Código Civil Brasileiro.

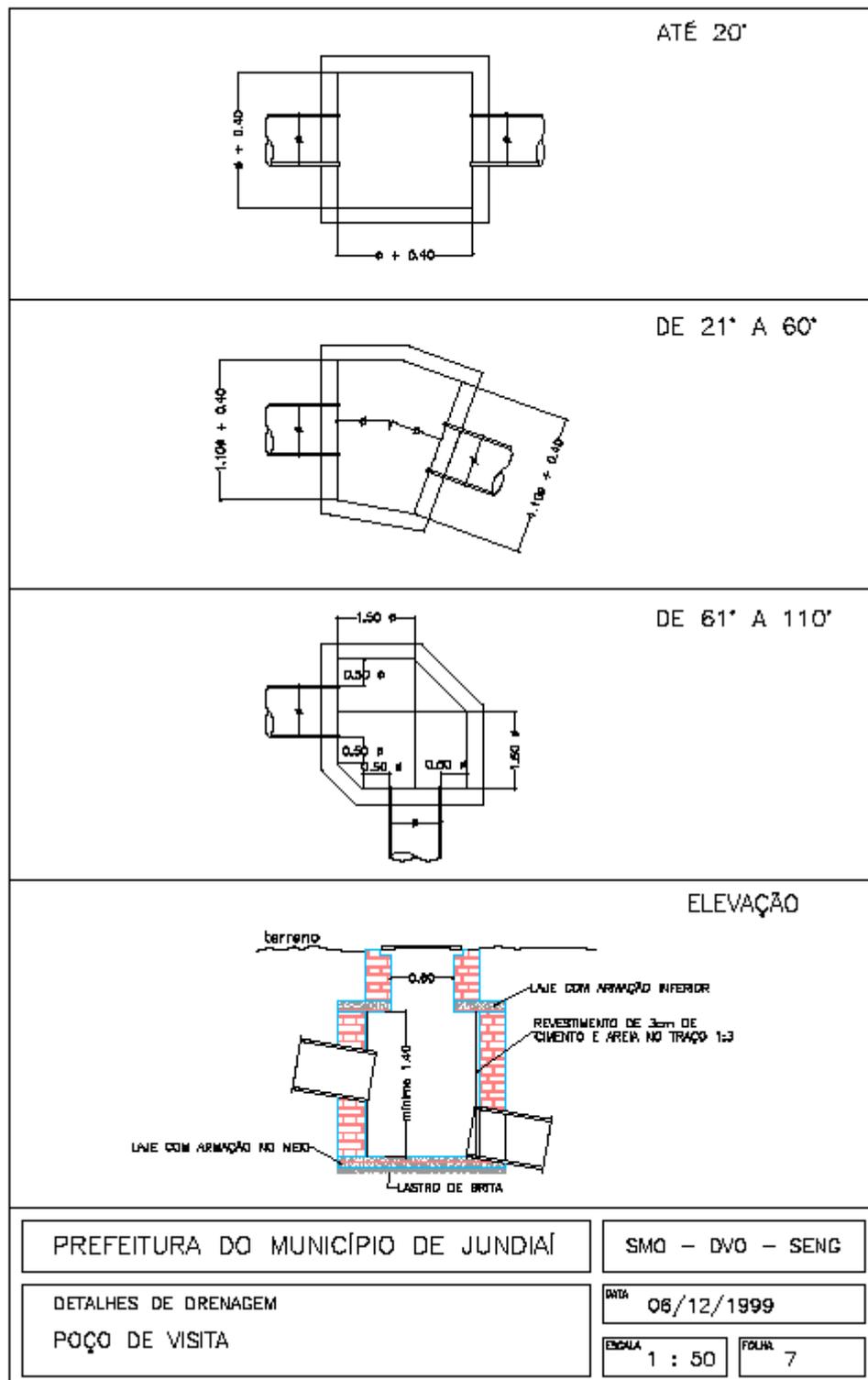


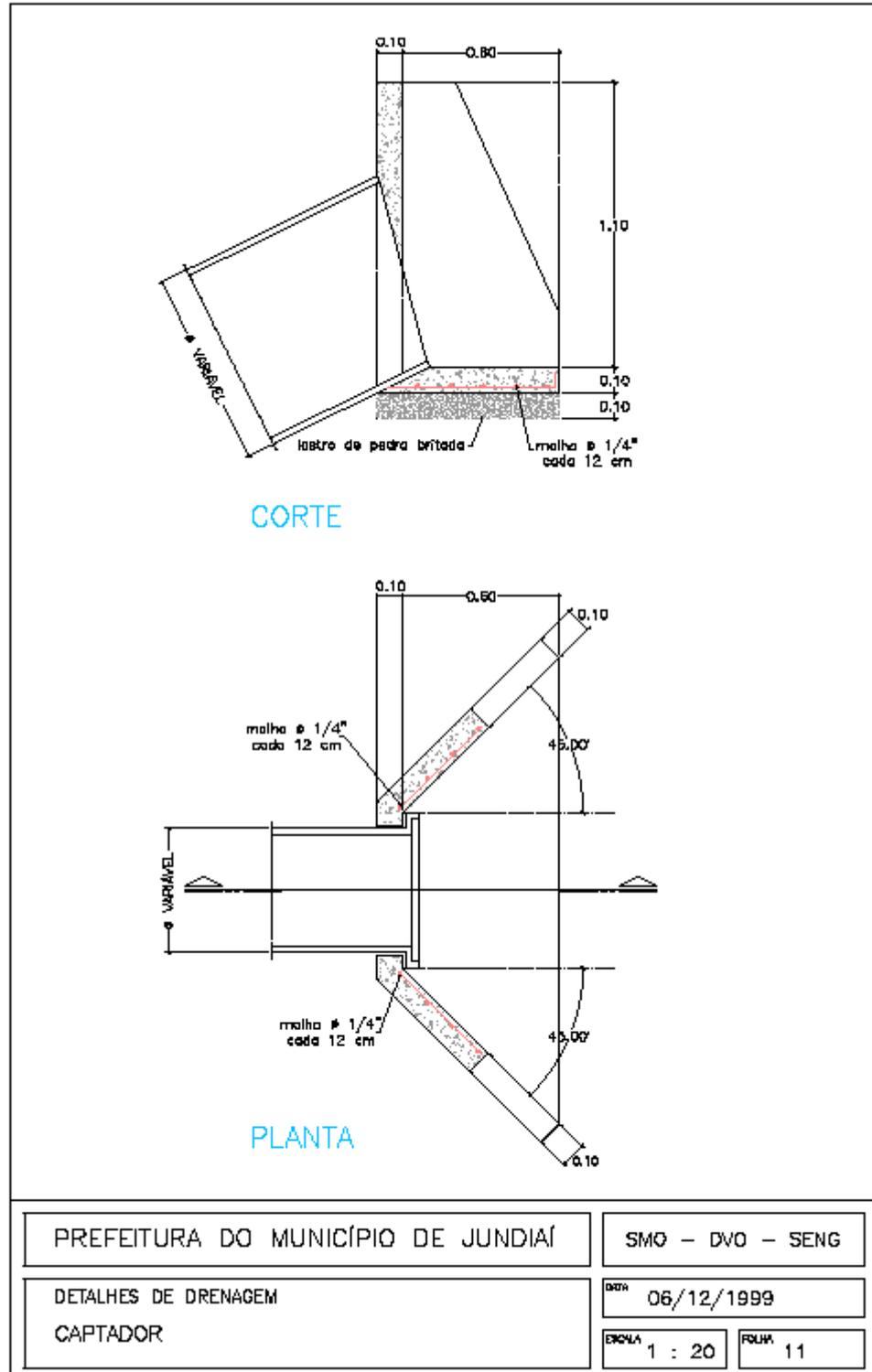


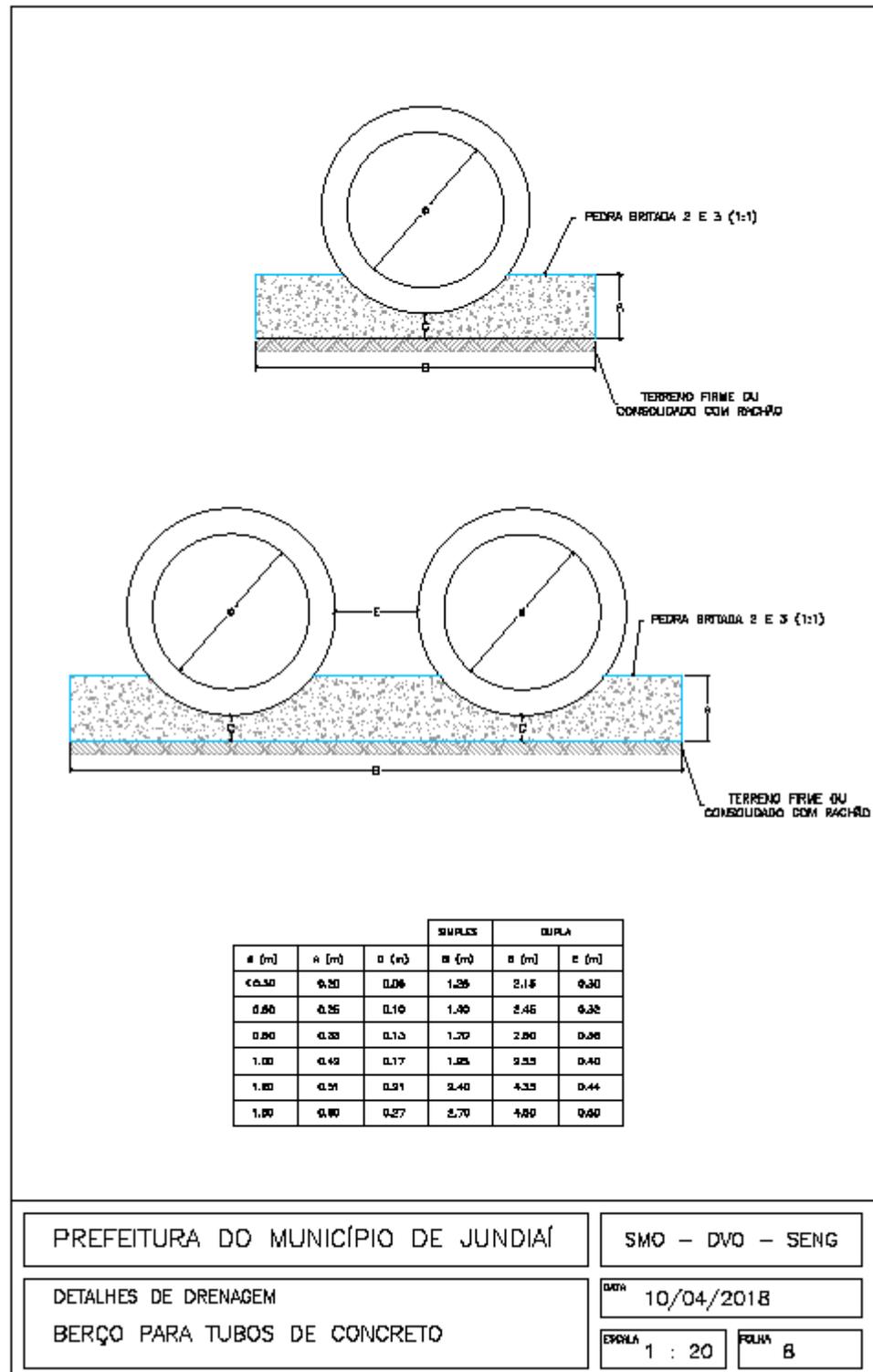


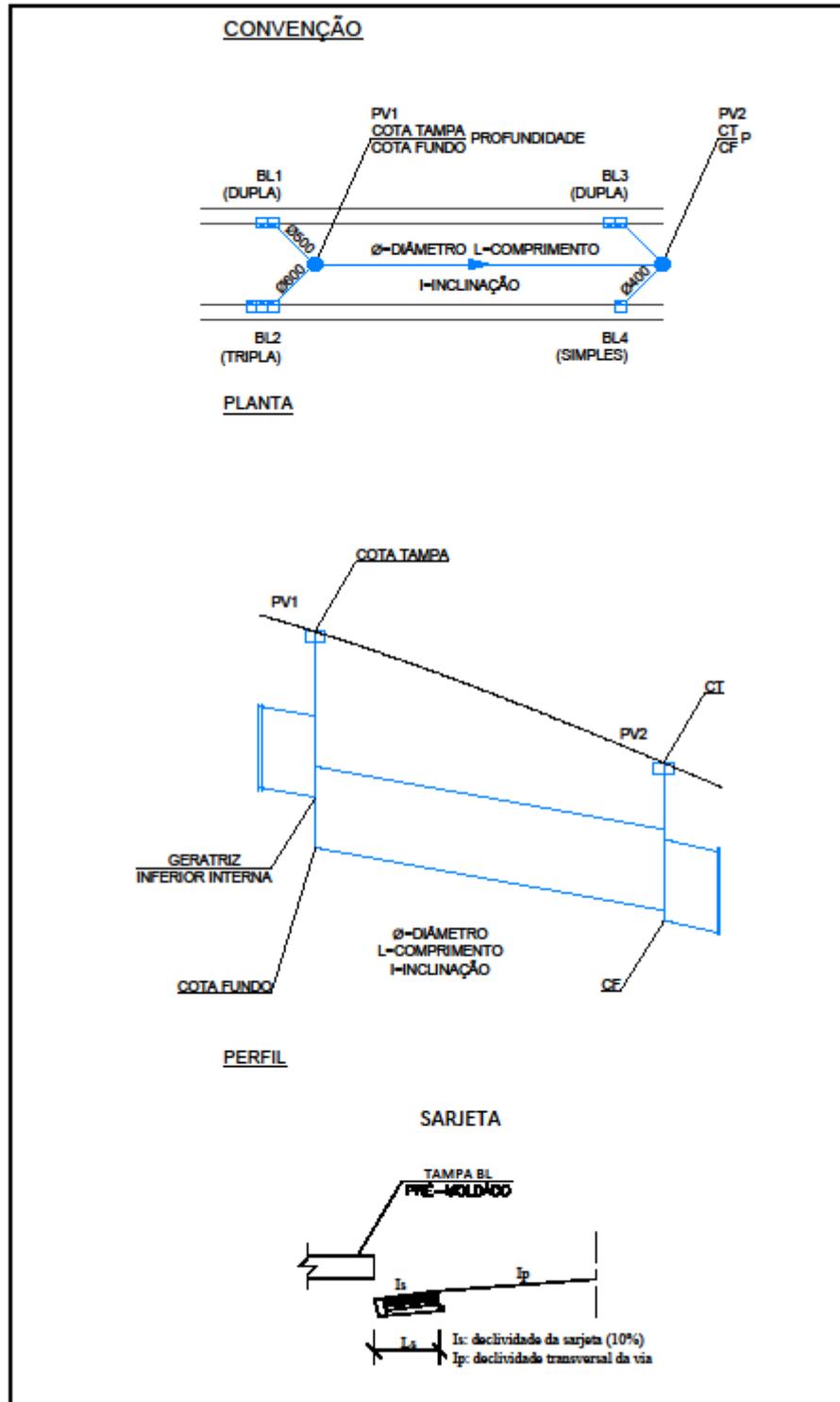












BOCA DE LOBO (modelo)

