

TERMO DE REFERÊNCIA

PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL

O Projeto de Drenagem Superficial deverá ser elaborado e executado por profissional habilitado, observando as normas brasileiras e legislação municipal vigentes, seguindo as diretrizes abaixo relacionadas.

1-Identificação do empreendedor:

- Nome
- Razão Social
- Endereço completo
- CNPJ e Inscrição Estadual

2-Identificação da empresa ou profissional responsável pela elaboração do projeto

- Razão social ou nome completo (caso profissional autônomo);
- Endereço completo;
- CNPJ e Inscrição Estadual (caso empresa), nome do responsável legal, nome da pessoa de contato, e-mail e número do telefone;

3-Identificação e modalidade do empreendimento

- Nome do empreendimento, que poderá ser alterado durante processo de licenciamento;

As plantas das redes de galerias de águas pluviais deverão ser apresentadas em escala até no máximo 1:2.000 e incluírem os seguintes elementos:

- i. Traçado da rede de galerias, poços de visita, bocas de lobo, caixa de ligação, dissipadores e lançamentos no corpo hídrico com indicação da coordenada UTM;
- ii. Indicação em cada trecho de galerias do seu comprimento, diâmetro, declividade e vazão;
- iii. Perfis das ruas e das galerias com as cotas do terreno e da canalização junto a cada poço de visita, extensão, diâmetro, declividade e vazão em cada trecho;
- iv. A escala em perfil será de até no máximo 1:2.000 (horizontal) e 1:200 (vertical);

Apresentar uma planta de conjunto da área urbana ou de parte dela, com os limites da bacia em estudo, preferencialmente em escala 1:5.000, com a localização do sistema proposto.

Os detalhes dos dispositivos de drenagem pluvial (boca de lobo, caixa de ligação, poço de visita, etc.) deverão ser apresentados em escala adequada. Na falta de dispositivos de drenagem padrão do município, o mesmo poderá adotar os dispositivos de drenagem do Instituto das Águas do Paraná.

O Memorial Descritivo deverá esclarecer a situação geral da obra, definir os elementos constituintes, os materiais adotados e as especificações de execução dos serviços.

O Memorial de Cálculo deverá elucidar os critérios adotados para o projeto.

A Planilha de Cálculo deverá trazer os dados, em cada trecho, que traduzam o dimensionamento do cálculo hidráulico das galerias.

4. DADOS E PARÂMETROS BÁSICOS PARA PROJETO

Para a elaboração do projeto do sistema de galerias de águas pluviais do município deverão ser utilizados os dados e parâmetros básicos fixados pelas normas do Instituto das Águas do Paraná e que seguem as recomendações do Relatório de Estudo para o Controle da Erosão no Noroeste do Estado do Paraná-OEA/DNOS.

a. Posto Pluviométrico: Devem ser empregados os dados de intensidade das chuvas dos postos relacionados adiante, ou por aproximação de acordo com o mapa de isoietas anexo.

b. Topografia: Para o desenvolvimento do projeto deve-se utilizar levantamento topográfico ou aerofotogramétrico nas escalas até no máximo 1:2.000, com curvas de nível espaçadas de metro em metro.

C. Cálculo das Vazões a Escoar nas Galerias: As vazões de contribuição devem ser calculadas pelo Método Racional, para bacias contribuintes pequenas (menor que 2,5 km²), utilizando-se a fórmula:

$$Q = \text{f} . C . i . A$$

- onde: **Q** = vazão do projeto (m³/s)
f = coeficiente de distribuição da precipitação (considerar igual a um, pois as bacias de contribuição são relativamente pequenas, podendo ser desprezado o efeito de dispersão das chuvas).
C = coeficiente de escoamento superficial;
i = intensidade de precipitação pluviométrica (m³/s.ha);
A = área da bacia contribuinte (ha).

d. Tempo de Concentração: O tempo de concentração para sistemas de galerias de águas pluviais nas drenagens urbanas consiste no tempo requerido para a água percorrer a superfície até a boca de lobo mais próxima, acrescido do tempo de escoamento no interior do coletor, desde a abertura de engolimento, até a seção considerada.

O tempo de concentração, numa determinada seção de galerias será calculado pela seguinte fórmula:

$$t_c = t_s + t_e$$

onde: **t_c** = tempo de concentração

t_s = tempo de escoamento superficial

t_e = tempo de escoamento nas galerias até a seção considerada.

Para a determinação do tempo de escoamento superficial inicial existem fórmulas, e recomendações para que este tempo fique entre 5 e 20 minutos. Este valor não deverá ultrapassar dez (10) minutos segundo recomendações do Anexo Técnico do Relatório para Controle de Erosão no Noroeste do Estado do Paraná.

O tempo de escoamento é calculado dividindo-se a velocidade média de escoamento na tubulação pela extensão do percurso.

e. Chuva crítica:

1. Período de Recorrência: adotar o período de recorrência de chuva crítico, de acordo com a segurança que se quer dar ao sistema. Assim, quanto maior este tempo, maiores serão as intensidades das chuvas de projeto, e conseqüentemente maior a segurança do sistema, o que implica em custo mais elevado das obras. Recomendamos tempo de recorrência de 3 anos para a rede de galerias, 10 anos para emissários e canais, e de 50 a 500 anos para barragens, valores estes que permitem trabalhar com boa segurança sem elevar demais o custo de implantação das obras.

2. Intensidade de precipitação: Adotar a equação de precipitação da chuva mais adequada, conforme a proximidade do posto ou semelhança pluviométrica - mapa de isoietas. Abaixo relacionamos as equações de chuvas intensas para vários postos pluviométricos do Estado do Paraná (em mm/h - multiplicar por 2,778 para resultados em l/s).

- **Curitiba**

$$i = 5.950,00 . Tr^{0,217} / (t + 26)^{1,15} \text{ obtida por Pedro V. Parigot de Souza}$$

- **Jacarezinho**

$$i = 31.200 / (t + 50)^{1,38} \quad i = 59.820 (t + 50)^{1,49}$$

para Tr = 3 anos para Tr = 10 anos

Fonte: Projeto Noroeste

- **Cianorte**

$$i = 2.115,18 . Tr^{0,145} / (t + 22)^{0,849} \text{ obtida por Waldir Moura Ayres e Luiz Henrique Lopes (DER-PR)}$$

Equações obtidas por Roberto Fendrich e Cíntia Obladen de Almendra (ISAM/PUC-PR).

- **Cascavel**

$$i = 1.062,92 . Tr^{0,141} / (t + 5)^{0,776}$$

- **Umuarama**

$$i = 1.752,27 . Tr^{0,148} / (t + 17)^{0,840}$$

- **Telêmaco Borba**

$$i = 3.235,19 . Tr^{0,163} / (t + 24)^{0,968}$$

3. Coeficiente de escoamento superficial: Para a determinação do coeficiente de escoamento superficial, existem valores determinados para cada tipo de cobertura do terreno, sendo adotados pelo AguasParaná os seguintes valores principais:

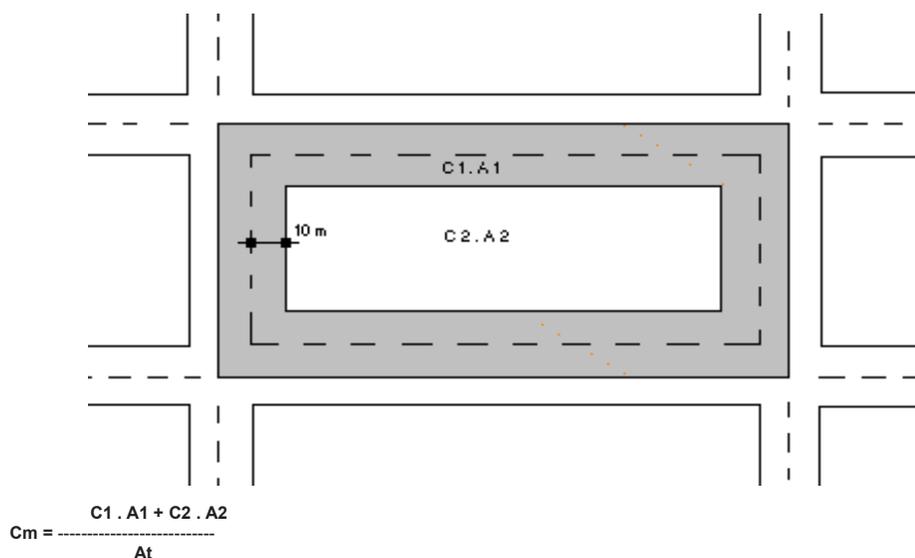
C = 0,30 para áreas não pavimentadas.

C = 0,90 para áreas pavimentadas ou cobertas.

Para simplificação do cálculo, pode-se determinar um coeficiente médio, representando as áreas cobertas; as ruas com pavimentação asfáltica, calçadas revestidas, e uma faixa lateral contínua com 10 metros de largura em ambos os lados da rua e, representando as áreas permeáveis; as áreas internas dos quarteirões.

De acordo com o Plano Diretor do Município e o máximo permitido de áreas impermeabilizadas nos lotes, temos o coeficiente de escoamento superficial resultante:

- lotes 100% impermeabilizados : C = 0,90;
- lotes 90% impermeabilizados : C = 0,84;
- lotes 80% impermeabilizados : C = 0,78;
- lotes 70% impermeabilizados : C = 0,72.



onde: **C1 . A1** = área contribuinte pavimentada
C2 . A2 = área contribuinte não pavimentada
At = área total

5. MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES:

1. Para o dimensionamento dos coletores será utilizada a fórmula de Manning.

$$V = (R^{2/3} . I^{1/2}) / n$$

onde: **V** = velocidade de escoamento em m/s;
R = raio hidráulico da seção de vazão em um;
I = declividade superficial de linha d'água;
n = coeficiente de rugosidade (n = 0,015 p/ tubos de concreto).

Os tubos são dimensionados a seção plena e as velocidades limites adotadas são:

- velocidade mínima: 0,75 m/s (nos tubos de diâmetro de 0,40m e 0,60m, em regiões de solos facilmente carreáveis, adota-se declividade mínima de 1,5% e 1,2% respectivamente para impedir o assoreamento dos mesmos. O ideal seria usar uma velocidade sanitária mínima de 2,00 m/s, capaz de fazer a limpeza dos tubos).
- velocidade máxima: 5 m/s (pesquisa contratada junto a Universidade Católica do Paraná, concluiu que o limite pode ser aumentado para 7 m/s). O aumento deste limite máximo acarreta a redução do diâmetro e conseqüentemente dos acessórios das redes galerias de águas pluviais a serem implantadas, reduzindo seus custos.

No Paraná, os diâmetros comerciais comumente adotados são os de 0,40m, 0,60m, 0,80m, 1,00m, 1,20m, 1,50m, 2,00m e 2,20m.

2. **Sarjetas:** O cálculo de verificação de superfície das sarjetas consiste numa comparação entre a vazão de solicitação, determinada pelo método Racional, e a vazão correspondente à cota máxima de alagamento, definida como sendo aquela a partir da qual poderia ocorrer extravasamento, calculada com base numa fórmula de canal, como a de Izzard, a seguir apresentada:

$$Q = 0,375 . y^{8/3} . z/n . i^{1/2}$$

onde: **y** = altura da água na sarjeta em centímetros;
z = inverso da declividade transversal do fundo da sarjeta;
n = coeficiente de rugosidade;
i = declividade longitudinal da sarjeta em m/m.

3. Elementos Construtivos:

3.1. **Poços de Visita:** Deverão ser utilizados poços de visita nos seguintes casos:

- 3.1.1. extremidades de montante;
- 3.1.2. cruzamentos de ruas;
- 3.1.3. mudanças de diâmetro da galeria;
- 3.1.4. mudanças de direção da galeria;

- 3.1.5. junções de galerias;
- 3.1.6. mudanças de declividade;
- 3.1.7. trechos longos, de maneira que a distância entre dois poços consecutivos fique em torno de 120 metros, para efeitos de limpeza e inspeção das galerias.

Esses poços serão aproveitados como caixas de recepção das águas das bocas de lobo, suportando no máximo quatro junções. Para maior número de ligações ou quando duas conexões tiverem que ser feitas numa mesma parede, adotar-se-á uma caixa de coleta não visitável para receber estas conexões.

A fim de evitar velocidades excessivas nas galerias, onde a declividade do terreno for muito alta, devem ser previstos poços de queda (PQ).

3.2. Bocas de Lobo: As bocas-de-lobo são localizadas em ambos os lados das ruas, nas partes mais baixas das quadras, a montante das esquinas e, em situações intermediárias com a finalidade de se evitar o escoamento superficial em longas extensões de ruas.

As canalizações de ligação entre bocas-de-lobo e destas aos poços de visita terão um diâmetro de 0,40m e declividade mínima de 1,0%. Quando não existir possibilidade dessas ligações serem feitas diretamente, as bocas-de-lobo serão ligadas a caixas de ligações acopladas ao coletor.

A capacidade de engolimento da boca-de-lobo é função da inclinação longitudinal da rua, da forma de sua seção transversal, da depressão ou não junto à boca-de-lobo, das aberturas destinadas ao engolimento, tanto laterais com verticais, da existência de defletores, etc.

A verificação da vazão de solicitação, com a capacidade de engolimento, determinada através de ábacos, fornecidos, por laboratórios de pesquisa, como os apresentados pela John Hopkins University.

É conveniente notar que um excesso, que passe para a boca-de-lobo seguinte de 10% da vazão de engolimento, é considerado condição econômica.

Na prática, devido a falhas de execução e falta de manutenção adequada, recomenda-se um espaçamento entre as bocas de lobo, de maneira que a capacidade de engolimento de cada unidade não ultrapasse 60 l/s.

3.3. Caixas de Ligação: Nos casos onde a ligação das bocas de lobo no coletor não puder ser feita através dos poços de visita/queda, foi especificada caixas de ligação.

Não devem ser utilizadas para mudança de direção da rede, mudança de diâmetro ou de declividade das galerias.

4. Bacia de Acumulação de Cheias: Devido à complexidade para a solução exata do problema de abatimento de cheias, os pesquisadores estabelecem relação direta entre o Volume Detido e as principais variáveis hidrológicas, obtendo-se aproximações das vazões de entrada e de saída em função da vazão total e o tempo de concentração.

Existem diversos métodos propostos para simplificar os cálculos. Sugerimos o cálculo simplificado de **Wilken**, baseado no **Método Müller-Neuhaus**, sendo que para uma relação de 20% da Vazão de Saída em relação à Vazão de Entrada, temos:

$$\text{Volume} = 0,69897 \times Q_a \times t_c$$

Onde: **Volume** = Volume da Bacia de Acumulação de Cheias (m³);

Q_a = Vazão Afluente (máxima de entrada para TR = 10 anos) (m³/s);

T_c = tempo de concentração (s);

Para segurança, sugerimos altura máxima de lâmina d'água de 1,20 m.

Para evitar problemas de entupimento de tubulação, o Emissário Reduzido deverá ter tubos com diâmetro mínimo de 0,60 m, sendo a Vazão controlada pela declividade dos tubos ou por dispositivos de saída (vertedores ou orifícios).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WIKEN, PAULO SAMPAIO - Engenharia de drenagem superficial. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978.
2. MITTELSTAEDT, CARLA et alii - Enfoque Técnico das Experiências para o Controle da Erosão Urbana. III Simpósio Nacional de Controle da Erosão.
3. FENDRICH, ROBERTO et alii - Pesquisas do Instituto de Saneamento Ambiental - ISAM / PUC Relacionadas ao Fenômeno da Erosão Urbana na Região Noroeste do Estado do Paraná.
4. RELATÓRIO DO ESTUDO PARA O CONTROLE DA EROSIÃO NO NOROESTE DO PARANÁ - OEA / DNOS - ANEXO TÉCNICO
5. Compilação: Eng. Civil RENATO ANTONIO DALLA COSTA.

7- ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Anotação de Responsabilidade Técnica do profissional elaborador do projeto e do responsável pela implantação do mesmo, junto aos respectivos conselhos de classe.

8- DEMAIS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Citar demais referências consultadas, incluindo as páginas eletrônicas com data e hora do acesso, segundo as normas de publicação de trabalhos científicos da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Obs: todos os estudos e plantas deverão ser apresentados em meio digital, em arquivos formato PDF.