



ANEXO DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO DE
MICRODRENAGEM

**Recomendações para projeto de redes tubulares de
microdrenagem urbana – Joinville – SC**

Luciana Dambrós
Engenheira Civil
CREA 89955-5



LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Seção Circular.....9



LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Símbolos

- A – área (km^2 , m^2 ou Ha);
- C – coeficiente adimensional, chamado de coeficiente de escoamento;
- D – diâmetro (m ou cm);
- i – Intensidade média da chuva (mm/h, mm/min ou $\text{m}^3/\text{s ha}$);
- I – declividade do fundo (m/m ou porcentagem);
- J – Jusante;
- L – comprimento do trecho (km ou m);
- M – Montante;
- Q – Vazão (m^3/s);
- t_c – Tempo de concentração (min);
- T – Período de Retorno (anos);
- V – Velocidade (m/s);
- η - Coeficiente de rugosidade de manning

Abreviações

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes;
- EB e MB – Normas ABNT;
- NBR e NB – Norma Brasileira da ABNT;
- PMJ – Prefeitura Municipal de Joinville;
- SEINFRA – Secretaria de Infraestrutura Urbana;
- UD – Unidade de Drenagem;
- UBP – Unidade Banco de Projetos;



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores do coeficiente de rugosidade da fórmula de manning.....	10
Tabela 2 - Limites de velocidade - Limite inferior.....	10
Tabela 3 - Limites de velocidade - Limite superior.....	11

INDICE

1	Recomendações para projeto de redes tubulares de microdrenagem urbana – Joinville - SC.....	6
1.1	Objetivo.....	6
1.2	Método.....	6
1.3	Período de Retorno (T).....	7
1.4	Equação de chuva para área urbana de Joinville – Microdrenagem (bacias hidrográficas até 1Km ²).....	7
1.5	Tempo de Concentração (t _c).....	7
1.6	Coeficiente de escoamento superficial direto (C - coeficiente de “RUN OFF”).....	8
1.7	Determinação da capacidade hidráulica do sistema de drenagem.....	8
1.8	Coeficiente de rugosidade de Manning (η).....	9
1.9	Limites de Velocidade.....	10
1.10	Dispositivos de rede de microdrenagem urbana.....	11
1.11	Apresentação dos projetos de rede tubular de microdrenagem urbana para a Prefeitura Municipal de Joinville/SC.....	12
	Referências Bibliográficas.....	13



1 Recomendações para projeto de redes tubulares de microdrenagem urbana – Joinville - SC

1.1 Objetivo

Apresentar diretrizes / recomendações para o estudo hidrológico e hidráulico utilizadas no desenvolvimento dos projetos de rede tubular de microdrenagem urbana em Joinville/SC, bem como apresentar algumas orientações técnicas para elaboração do projeto de rede de microdrenagem padrão.

Esta especificação não se aplica para o cálculo de canais e galerias, apenas para redes de microdrenagem urbana (conduto circular de diâmetro até 150cm).

Para qualquer esclarecimento adicional, cabe ao responsável técnico pelo projeto consultar bibliografia corrente da área de hidrologia/hidráulica, na página 15 algumas são citadas.

1.2 Método

Para áreas de contribuição inferiores a 1km² utiliza-se o Método Racional.

Quando da aplicação do método deve-se observar que possui como princípios:

“-toda bacia contribui com o escoamento superficial e é por isso que o tempo de duração da tormenta deve ser igual ou exceder ao tempo de concentração da bacia;

-a chuva é distribuída uniformemente sobre toda a área da bacia;

-todas as perdas estão incorporadas ao coeficiente de escoamento superficial;” (TUCCI, 1995)



1.3 Período de Retorno (T)

Recomenda-se adotar como critério de projeto em sistemas de rede de microdrenagem, vazões com período de retorno de 5 anos.

1.4 Equação de chuva para área urbana de Joinville – Microdrenagem (bacias hidrográficas até 1Km²)

Conforme Relatório Técnico – Estudo comparativo entre equações de chuvas para o município de Joinville-SC (Lopes, 2006), recomenda-se a adoção da seguinte equação de chuva:

$$i = \frac{1,14 e^{1,5 \ln((\ln t)^{7,3})} \left\{ 75,802 - 27,068 \ln \left[- \ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right] - 15,622 \right\}}{t}$$

Onde:

i = intensidade média máxima da chuva, em mm/min;

T = período de retorno, em anos;

t = duração da chuva, em minutos;

1.5 Tempo de Concentração (t_c)

A forma mais precisa de determinar o tempo de concentração ou percurso dentro das redes de microdrenagem urbana é pelo método cinemático, ou seja, dividir a bacia em N trechos homogêneos e calcular a velocidade do escoamento em cada um deles. O tempo de concentração, em minutos, será dado por:


$$t_c = \frac{1}{c_n} \times \sum \left(\frac{L_i}{v} \right)$$

onde:

t_c = tempo de concentração em minutos;

L_i = comprimento de cada trecho homogêneo em metros;

V_i = velocidade do escoamento no trecho "i", em m/s.

Considerar um tempo de acesso à rede de drenagem ("inlet time") de 10 minutos para considerar o tempo de percurso desde o telhado e áreas internas até o ingresso na rede de drenagem, isto para os casos de áreas urbanizadas com pequenas contribuições iniciais. O tempo de entrada (t_c de entrada) deverá ser calculado quando houver um talvegue de contribuição utilizando a fórmula que melhor se adequa às características da bacia em estudo, considerando o que consta no artigo "Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais- André Luiz Lopes da Silveira (RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 10 n.1 Jan/Mar 2005, 5-23) antes de chegar a captação inicial pela rede de microdrenagem, não sendo adotado tempo menor que 10 min.

1.6 Coeficiente de escoamento superficial direto (C - coeficiente de "RUN OFF")

Para dimensionamento das vazões considerar um índice de impermeabilização conforme consta na "LEI COMPLEMENTAR Nº 470, de 09 de janeiro de 2017, Seção IV, Da Taxa de Ocupação", considerando a situação futura de ocupação, em que o índice de urbanização e impermeabilização tende a aumentar incluindo as áreas hoje mais restritivas a ocupação mas que podem futuramente serem alteradas através de nova Lei de zoneamento.

Para as áreas declaradas como APP (Área de Preservação Permanente), definidas por meio de leis e decretos, poderá ser utilizado o coeficiente 0,3, através de uma composição de áreas com uma média ponderada para a obtenção do Coeficiente de Escoamento Superficial da área total.



Caso seja feita uma média ponderada para determinação do C devesa ser apresentado memorial de cálculo para o Coeficiente de escoamento.

1.7 Determinação da capacidade hidráulica do sistema de drenagem

A relação entre a profundidade Y_0 e o diâmetro D pode variar dependendo da condição que se deseja averiguar. Para critério de projeto, recomenda-se adotar o limite da relação $Y_0=0,81D$. A vazão máxima para tubos circulares ocorre para $Y_0=0,94D$ e a máxima velocidade ocorre para $Y_0=0,81D$.

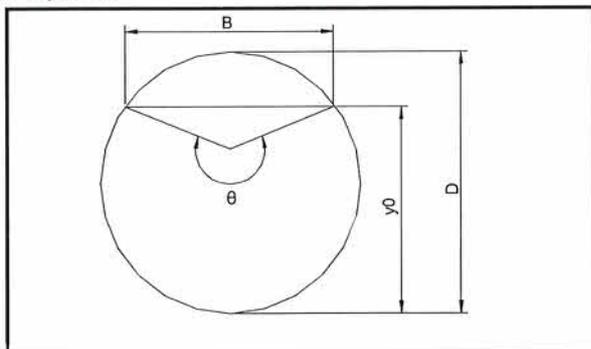


Figura 1 - Seção Circular

Seção Circular

Para maior eficiência do sistema considerou-se $Q = Q_{\text{máx}}$, isto ocorre quando $\theta = 302,5^\circ$, o que corresponde ao tirante máximo da seção $0,94 \cdot D$.

$$Q = \frac{(D \cdot K_1)^{83} \cdot \sqrt{I}}{\eta} \quad (7)$$

Onde:

Q = vazão, em m^3/s ;

D = diâmetro, em m;

K_1 = coeficiente de forma para canais circulares, valor fixado para maior eficiência do sistema $K_1 = 0,664$ (PORTO, 2003. P.253);

I = declividade do fundo, em m/m;

η = coeficiente de rugosidade de Manning.

1.8 Coeficiente de rugosidade de Manning (η)

Recomenda-se a utilização da tabela abaixo:

Natureza das Paredes	h
Galeria pré-moldada	0,014
Tubo de concreto	0,015
Canal em pedra revestida de argamassa	0,013
Canal em pedra revestida de argamassa alisada	0,012
Canal em pedra sem revestimento	0,020
Canal em terra	0,030
Canal em terra com vegetação nos taludes	0,035
Canal em gabião*	0,026
Metal Corrugado*	0,021

Tabela 1 - Valores do coeficiente de rugosidade da fórmula de manning

Fonte: Hidráulica básica (Porto, 2003, p.273) / *Drenagem urbana e controle de enchentes (Canholi, 2005, p. 119-120).

Para seções com rugosidade variável, utiliza-se uma rugosidade equivalente, calculada pela fórmula:

$$\eta_e = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (\eta_i^{32} \cdot P_i)}{P} \right]^{23} \quad (8)$$

onde:

η_e = coeficiente de rugosidade equivalente;

N = número de subseções;

P = perímetro molhado total da seção.

1.9 Limites de Velocidade

“Dois limites extremos são estabelecidos na prática, ou seja, limite inferior: velocidade média mínima e limite superior: velocidade média máxima.” (NETTO, 1998)

Para cálculo de redes de microdrenagem urbana (condutos circulares) é recomendado, conforme abaixo, a adoção da velocidade máxima em 5m/s (tubulações de concreto), e da velocidade mínima 0,75m/s.

Velocidade média limite



Rua: Saguazu, 265 – Saguazu – 89.221-010 – Joinville/SC

Fone: (47) 3431-5000 – E-mail: seinfra.ubp@joinville.sc.gov.br – www.joinville.sc.gov.br



	inferior, m/s
Águas com suspensões finas	0,30
Águas carreando areias finas	0,45
Águas de esgoto	0,60
Águas pluviais	0,75

Tabela 2 - Limites de velocidade - Limite inferior
Estabelecido para evitar a deposição de matérias em suspensão. Fonte: (Netto, 1998)

	Velocidade média limite superior, m/s
Tubulações de concreto	5,00

Tabela 3 - Limites de velocidade - Limite superior
Prevenção da erosão por abrasão das paredes internas do tubo.
Fonte: (Fendrich, 1997, p.271)

Para o limite de declividade mínima em redes de microdrenagem urbana (condutos circulares) recomenda-se que a declividade mínima não seja inferior a **0,002m/m**.

1.10 Orientações Técnicas para Elaboração de Projetos de Drenagem

- Para delimitação da bacia hidrográfica deverá ser consultado o site simgeo.joinville.sc.gov.br onde a prefeitura disponibiliza em (dwg) as bases cartográficas da cidade de Joinville.

- Utilizar Caixa de Inspeção no início de trecho, mudanças de diâmetro, mudança de material, declividade e direção e captação de drenagem de ruas a montante;

- Espaçar as caixas de inspeção em no máximo a cada 100m, caixas de passagens intermediárias (entre os 100m) poderão ser utilizadas;

- Não utilizar trechos de rede curvos, somente retos;

- Utilizar redes duplas por rua preferencialmente, a fim de facilitar as futuras ligações domiciliares, em casos justificados poderá ser utilizado rede única;

- Utilizar caixas de passagem para a ligação das bocas de lobo e ligações domiciliares nas redes de 40 e 60cm;

- Dimensionar as sarjetas para bocas de lobo espaçadas em no máximo a cada 40m;

- Utilizar no mínimo tubos de 20cm para as ligações domiciliares;
- Utilizar no mínimo tubos de 30cm para as ligações com as bocas de lobo;
- Na mudança de diâmetro, a tubulação de jusante deverá ser implantada com cota de geratriz superior igual ou abaixo da geratriz superior de montante;
- Quantificar no projeto os elementos de drenagem, incluindo a área de remoção de pavimento e escoramento quando houver;
- Sempre que a rua onde está sendo elaborado o projeto receber contribuição de drenagem de uma rua transversal deverá prever uma caixa de inspeção com tubulação de espera, onde o diâmetro deve ser dimensionado, para captar as águas dessa rua;
- Deverá ter drenagem pluvial em frente a todos os lotes da rua projetada.
- Na descarga deverá conter a cota de fundo da tubulação projetada e a cota da descarga existente;
- Quando a descarga é feita em uma vala existente, deverá ser prevista boca de bueiro.
- A descarga em tubulações e valas existentes deverá seguir o fluxo do escoamento. Sendo o ângulo máximo de 45° em relação ao corpo hídrico receptor.
- As descargas deverão ser feitas em caixas de inspeção, rios ou valas;
- Apresentar perfil longitudinal com escala horizontal 1:100 e vertical 1:100. Contendo rede de drenagem com comprimento, nomenclatura do trecho, diâmetro, declividade, sentido do escoamento, cotas do terreno, cota da Geratriz inferior da rede de drenagem;
- Apresentar planta de localização destacando o trecho do projeto e contendo a indicação do norte;
- Apresentar quadro de caixas indicando a caixa, a rede, o bordo, o estaqueamento e a quantidade;

- Deverá ser verificado o dimensionamento da tubulação a jusante onde será feita a descarga. Caso a tubulação existente a jusante não seja suficiente para receber a contribuição da galeria projetada, deverá ser estudado o seu reforço ou a sua substituição no trecho em que for necessário;

- Deverá ser verificado o dimensionamento da galeria a jusante. Caso a galeria existente a jusante não seja suficiente para receber a contribuição da galeria projetada, deverá ser estudado o seu reforço ou a sua substituição no trecho em que for necessário;

- Para o despejo da galeria projetada deverá ser escolhida uma galeria a jusante de dimensões iguais ou maiores, canal ou curso d'água natural com as devidas proteções contra erosões. Caso o ponto considerado adequado para despejo não se encontre na via em estudo, a galeria deverá ser estendida a jusante da mesma até esse ponto.

- Deverá ser consultado os órgãos: de telefonia, de água e esgoto para compatibilização de projetos.

1.11 Apresentação dos projetos de rede tubular de microdrenagem urbana para a Prefeitura Municipal de Joinville/SC

Será necessário apresentar (Via digital e impressa):

- Planta Baixa contendo: rede de drenagem com comprimento, nomenclatura do trecho, diâmetro, declividade, sentido do escoamento, cotas do terreno, cota da Geratriz inferior da rede de drenagem e escavação. Deverá ter o estaqueamento, nome das ruas, indicação do norte e apresentação em Escala 1:1000;

- Legenda contendo todos os dispositivos utilizados no projetos;

-Perfil Longitudinal contendo: cota greide terreno, cota greide pavimentação, cota geratriz inferior da rede de drenagem. Escala Horizontal 1:1000 e Escala Vertical 1:100;

-Planilhas de dimensionamento contendo: trecho, cota terreno montante e jusante; cota inferior montante e jusante; comprimento ($L < 100m$); declividade (superior a 0,2%); coeficiente de escoamento superficial, área de



contribuição da bacia hidrográfica, tempo de concentração, tempo de recorrência, equação da chuva para área urbana de Joinville (bacias até 1km²), velocidade, intensidade de precipitação, deflúvio, seção, diâmetro, conforme Anexo Planilha de Dimensionamento hidrológico/hidráulico, contendo os parâmetros hidrológicos/hidráulicos adotados;

- Selo contendo o nome da rua, trecho, autor com número CREA e número de folhas, assinatura responsável técnico;

-Planta de Detalhes com os dispositivos executivos;

- ART;

- Especificação/Memorial de execução de obra contendo todas as atividades necessárias conforme o projeto apresentado.

Referências Bibliográficas

BACK, A. J. **Chuvas intensas e chuvas de projeto de drenagem superficial no estado de Santa Catarina**. 1. ed. Florianópolis: Epagri, 2002. 65 p.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana: controle de enchentes**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2005. 302 p.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem**. 4.^a Edição, Rio de Janeiro, 2013.

DAEE/CETESB. **Drenagem Urbana**. 2. edição. São Paulo, 1980.

FENDRICH, R. (Org.) et al. **Drenagem e Controle da Erosão Urbana**, 4.^a. ed. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 1997.



Prefeitura Municipal de Joinville
Secretaria de Infraestrutura Urbana - SEINFRA
Unidade Banco de Projetos - UBP

LOPES, F. H. Y.; RAMOS, D. A. **Comparação das equações de chuvas na área urbana de Joinville – SC**. 2006. 42 p. Relatório técnico – Prefeitura Municipal de Joinville – Secretaria de Infra-Estrutura Urbana – Unidade de Drenagem, Joinville, 2006.

NETTO, A. (Org.) et al. **Manual de Hidráulica**, 8^a. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1998.

PORTO, R. de M. **Hidráulica básica**. 2. ed. São Carlos: EESC-USP, 2003. 540p.

TUCCI, C. E. M. (Org.) et al. **Drenagem urbana**, 1^a. ed. Porto Alegre: Editora Universidade (UFRGS)/ABRH, 1995.

TUCCI, Carlos E. M., et al, **Hidrologia Ciência e Aplicação**. Editora UFRGS. 3.^a Edição, Porto Alegre, 2004.

TUCCI, C. E. M. **Modelos Hidrológicos**. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998, 668p.

SILVEIRA, A. L. L. **Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, v.10, n.1, p.5-23, jan./mar. 2005.



Prefeitura Municipal de Joinville
Secretaria de Infraestrutura Urbana - SEINFRA
Unidade Banco de Projetos - UBP

Rua: Saguapu, 265 – Saguapu – 89.221-010 – Joinville/SC

Fone: (47) 3431-5000 – E-mail: seinfra.ubp@joinville.sc.gov.br – www.joinville.sc.gov.br