

# **MEMORIAL DE CÁLCULO**

## **DRENAGEM PLUVIAL DE RUAS URBANAS DE TIJUCAS DO SUL**

# 1 DADOS E PARÂMETROS BÁSICOS PARA O PROJETO

Para a elaboração do projeto do sistema de galerias de águas pluviais de algumas Ruas Urbanas da Sede de Tijucas do Sul, foram utilizados os dados e parâmetros básicos fixados pelas normas e as recomendações do Relatório do Estudo para o Controle da Erosão DEA/DNOS.

## 1.1 CÁLCULO DE ÁREAS DE DRENAGEM

Para o desenvolvimento do croqui, foi utilizado o levantamento topográfico em plantas na escala 1:1000, com curvas de nível espaçadas de metro em metro, fornecidas pela Prefeitura Municipal de Tijucas do Sul.

### 1.1.1 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 de cada rua foi calculado pela seguinte expressão:

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

#### **RUA JOCELIN CAMARGO**

$$T_c = 57 * (0,32^3 / 2)^{0,385}$$

$$T_c = 11,71 \text{ min}$$

#### **RUA MANOEL OSMÁRIO DA CRUZ (Trecho II)**

$$T_c = 57 * (0,19^3 / 5)^{0,385}$$

$$T_c = 4,50 \text{ min}$$

#### **RUA ANTÔNIO CHICÓVIS**

$$T_c = 57 * (0,05^3 / 2)^{0,385}$$

$$T_c = 1,37 \text{ min}$$

#### **RUA MANOEL OSMÁRIO DA CRUZ (Trecho I)**

$$T_c = 57 * (0,05^3 / 2)^{0,385}$$

$$T_c = 1,37 \text{ min}$$

#### **RUA ANA MAOSKI BONIECKI**

$$T_c = 57 * (0,05^3 / 1)^{0,385}$$

$$T_c = 1,79 \text{ min}$$

#### **RUA NEUSELI DO ROCIO PEREIRA**

$$T_c = 57 * (0,26^3 / 3)^{0,385}$$

$$T_c = 7,87 \text{ min}$$

#### **RUA Prof. TEREZINHA FERREIRA**

$$T_c = 57 * (0,14^3 / 1)^{0,385}$$

$$T_c = 5,88 \text{ min}$$

### **RUA SEBASTIÃO FARIAS (Trecho I)**

$$T_c = 57 * (0,24^3 / 7)^{0,385}$$

$$T_c = 5,18 \text{ min}$$

### **RUA SEBASTIÃO FARIAS (Trecho II)**

$$T_c = 57 * (0,22^3 / 5)^{0,385}$$

$$T_c = 5,33 \text{ min}$$

Onde:

Tc = Tempo de concentração em min;

L = Comprimento do talvegue em km,

Δh = Desnível máximo na bacia considerada em m

## **1.1.2 CHUVA CRÍTICA**

I - Período de Recorrência

Adotou-se o período de recorrência da chuva crítica igual a 10 anos para as obras de drenagem no perímetro urbano e emissários constituídos por tubos de concreto.

II - Intensidade de Precipitação

Para utilização de dados de chuva em projetos de drenagem, se faz necessário conhecer a relação entre as quatro características fundamentais da chuva: intensidade, duração, frequência e distribuição.

Foi adotada a seguinte equação base de Curitiba devido a proximidade da cidade de Tijuca do Sul com a capital, para fazer uma relação entre essas características:

$$i = k \cdot T_r^m / (t+t_0)^n$$

$$I = (5726,64x T_r^{0,159}) / (t+41)^{1,041} = \text{xxx mm/h}$$

Onde:

i = intensidade de precipitação em (l/s) . km<sup>2</sup>

t = tempo de precipitação em minutos;

Tr = tempo de recorrência em anos = (10 anos)

K, t<sub>0</sub>, m, n = parâmetros determinados para a estação pluviométrica.

### **RUA JOCELIN CAMARGO**

$$I = (5726,64x 10^{0,159}) / (11,71+41)^{1,041} = 133,17 \text{ mm/h}$$

### **RUA MANOEL OSMÁRIO DA CRUZ (Trecho II)**

$$I = (5726,64x 10^{0,159}) / (4,50+41)^{1,041} = 155,20 \text{ mm/h}$$

### **RUA ANTÔNIO CHICÓVIS**

$$I = (5726,64x 10^{0,159}) / (1,37+41)^{1,041} = 167,14 \text{ mm/h}$$

### **RUA MANOEL OSMÁRIO DA CRUZ (Trecho I)**

$$I = (5726,64x 10^{0,159}) / (1,37+41)^{1,041} = 167,14 \text{ mm/h}$$

### **RUA ANA MAOSKI BONIECKI**

$$I = (5726,64 \times 10^{0,159}) / (1,79 + 41)^{1,041} = 165,45 \text{ mm/h}$$

**RUA NEUSELI DO ROCIO PEREIRA**

$$I = (5726,64 \times 10^{0,159}) / (7,87 + 41)^{1,041} = 144,08 \text{ mm/h}$$

**RUA PROF. TERESINHA FERREIRA**

$$I = (5726,64 \times 10^{0,159}) / (5,88 + 41)^{1,041} = 150,45 \text{ mm/h}$$

**RUA SEBASTIÃO FARIAS (Trecho I e II)**

$$I = (5726,64 \times 10^{0,159}) / (5,31 + 41)^{1,041} = 152,38 \text{ mm/h}$$

**Tempo de concentração parecido nos 2 trechos (usado o maior)**

As fórmulas estão descritas no livro “Chuvas intensas para obras de Drenagem no estado do Paraná” de Roberto Fendrich.

## 1.2 CÁLCULO DAS VAZÕES A ESCOAR NAS GALERIAS

As vazões de contribuição foram calculadas pelo método Racional, utilizando-se a expressão:

$$Q = \gamma c i A$$

Onde:

Q = vazão em l/s;

c = coeficiente de escoamento superficial;

i = intensidade de chuva crítica em l/s.km<sup>2</sup>;

A = área da bacia que contribui para seção considerada em km<sup>2</sup>;

$\gamma = 1$  para bacias pequenas

**RUA JOCELIN CAMARGO**

Fluxo 01 =

$$Q = \gamma c i A$$

$$Q = 1 * 0,80 * 133,17 * 0,04289$$

$$Q = 4,56 \text{ l/s}$$

**RUA MANOEL OSMÁRIO DA CRUZ (Trecho II)**

Fluxo 01 + fluxo 02 =

$$Q = \gamma c i A$$

$$Q = 1 * 0,80 * 155,20 * (0,09299 + 0,02378)$$

$$Q = 14,49 \text{ l/s}$$

**RUA ANTÔNIO CHICÓVIS**

Fluxo 01 =

$$Q = \gamma c i A$$

$$Q = 1 * 0,80 * 167,14 * 0,027457$$

$$Q = 3,67 \text{ l/s}$$

**RUA MANOEL OSMÁRIO DA CRUZ (Trecho I)**

Fluxo 01 =

$$Q = \gamma c i A$$

$$Q = 1 * 0,80 * 167,14 * 0,037629$$

$$Q = 5,03 \text{ l/s}$$

**RUA ANA MAOSKI BONIECKI**

Fluxo 01 =

$$Q = \gamma c i A$$

$$Q = 1 * 0,80 * 165,45 * 0,067904$$

$$Q = 8,98 \text{ l/s}$$

**RUA NEUSELI DO ROCIO PEREIRA**

Fluxo 01 =  $Q = \gamma c i A$

$$Q = 1 * 0,80 * 165,45 * 0,052682$$

$$Q = 6,07 \text{ l/s}$$

**RUA NEUSELI DO ROCIO PEREIRA**

Fluxo 01 =  $Q = \gamma c i A$

$$Q = 1 * 0,80 * 150,45 * 0,015874$$

$$Q = 1,91 \text{ l/s}$$

**RUA SEBASTIÃO FARIAS (Trecho I)**

Fluxo 01 =  $Q = \gamma c i A$

$$Q = 1 * 0,80 * 152,38 * 0,027619$$

$$Q = 3,36 \text{ l/s}$$

**RUA SEBASTIÃO FARIAS (Trecho II)**

Fluxo 02 =  $Q = \gamma c i A$

$$Q = 1 * 0,80 * 152,38 * 0,027189$$

$$Q = 3,31 \text{ l/s}$$

### 1.2.1 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Os valores médios para os coeficientes de escoamento superficial, foram obtidos a partir das quadras-tipo mais representativos das diversas áreas do projeto; considerando-se que Paulo Sampaio Wilken na obra Engenharia de Drenagem Superficial - BNH - CETESN indica valores entre 0,3 para áreas não revestidas, - jardins, etc (rural) – e 0,8 para áreas revestidas, - pátios, telhados, etc (urbanas) - optou-se também pela média  $C_m$ : 0,55 em áreas mistas, que após verificações notou-se diferenças desprezíveis em relação a fórmula abaixo:

Os referidos valores foram obtidos como segue:

$$C_m = \frac{0,80(A_t - A_p) + 0,30A_p}{A_t}$$

$$C_m = 0,55$$

Onde:

$A_t$  = área total

$A_p$  = área permeável

$C_m$  = coeficiente de escoamento médio

## 1.3 DISPOSIÇÃO E DIMENSIONAMENTO DOS ÓRGÃOS CONSTITUTIVOS DO SISTEMA

### 1.3.1 BOCAS DE LOBO

As bocas de lobo utilizadas no projeto da rede de galerias de águas pluviais serão localizadas nas extremidades mais baixas das quadras, exceto casos especiais, e em ambos os lados da rua de algumas ruas, sendo a maioria apenas de um lado. Sua localização não deve permitir indefinição no escoamento superficial, evitando a formação de zonas mortas.

O espaçamento entre elas será variável, em função da vazão da sarjeta.

Serão utilizadas bocas de lobo padronizadas e orçadas pela tabela SINAPI.

### 1.3.2 COLETORES

#### a) Material

Serão utilizadas tubos de concreto de seção circular com diâmetros de 0,40 e 0,60, com macho e fêmea.

As canalizações que ligam as bocas de lobo aos poços de visita e queda ou às caixas de ligação, devem ter diâmetro mínimo de 0,40 m e declividade mínima de 1,50%.

Obs: Nos casos onde aparecem diâmetros não comerciais, serão utilizados diâmetros imediatamente superiores, encontrados comercialmente.

#### b) Dimensionamento

Para o dimensionamento dos coletores serão empregadas a fórmula Manning, considerando um raio hidráulico para um coletor de 0,40m de diâmetro mínimo:

$$V = (Rh^{2/3} \cdot i^{1/2}) / n$$
$$V = (0,1^{2/3} \cdot 0,015^{1/2}) / 0,015$$
$$V = 0,02528 \text{ m/s}$$

Onde:

V = velocidade em m/s

i = declividade em m/m

Rh = raio hidráulico

n = coeficiente de rugosidade igual a 0,015

Os coletores serão dimensionados para a vazão máxima a seção plena.

E a equação da continuidade:

#### **RUA JOCELIN CAMARGO**

$$Q_{\text{fluxo}} = V \times A$$

$$0,00456 = 0,02528 \times (3,14 \times d^2 / 4)$$

$$D = 0,48\text{m} (\tilde{n} \text{ ok}) > 0,40\text{m}$$

Usa 0,60m

#### **RUA MANOEL OSMÁRIO DA CRUZ (Trecho II)**

$$Q_{\text{fluxo 01}} + Q_{\text{fluxo 02}} = V \times A$$

$$0,009299 + 0,002378 = 0,02528 \times (3,14 \times d^2 / 4)$$

$$D = 0,767\text{m} (\tilde{n} \text{ ok}) > 0,40\text{m}$$

Usa 0,80m (já é a tubulação existente)

#### **RUA ANTÔNIO CHICÓVIS**

$$Q_{\text{fluxo}} = V \times A$$

$$0,00367 = 0,02528 \times (3,14 \times d^2 / 4)$$

$$D = 0,39\text{m} (\text{ok}) \leq 0,40\text{m}$$

Usa 0,40m

**RUA MANOEL OSMÁRIO DA CRUZ (Trecho I)**

$$Q_{\text{fluxo}} = V \times A$$

$$0,00505 = 0,02528 \times (3,14 \times d^2 / 4)$$

$$D = 0,40\text{m (ok)} = 0,40\text{m}$$

Usa 0,40m

**RUA ANA MAOSKI BONIECKI**

$$Q_{\text{fluxo}} = V \times A$$

$$0,00898 = 0,02528 \times (3,14 \times d^2 / 4)$$

$$D = 0,59\text{m (ñ ok)} > 0,40\text{m}$$

Usa 0,60m

**RUA NEUSELI DO ROCIO PEREIRA**

$$Q_{\text{fluxo}} = V \times A$$

$$0,00607 = 0,02528 \times (3,14 \times d^2 / 4)$$

$$D = 0,55\text{m (ñ ok)} > 0,40\text{m}$$

Usa 0,60m

**RUA Prof. TEREZINHA FERREIRA**

$$Q_{\text{fluxo}} = V \times A$$

$$0,00191 = 0,02528 \times (3,14 \times d^2 / 4)$$

$$D = 0,31\text{m (ok)} \leq 0,40\text{m}$$

Usa 0,40m

**RUA SEBASTIÃO FARIAS (Trecho I)**

$$Q_{\text{fluxo}} = V \times A$$

$$0,00336 = 0,02528 \times (3,14 \times d^2 / 4)$$

$$D = 0,42\text{m (ok)} > 0,40\text{m}$$

Usa 0,60m

**RUA SEBASTIÃO FARIAS (Trecho II)**

$$Q_{\text{fluxo}} = V \times A$$

$$0,00331 = 0,02528 \times (3,14 \times d^2 / 4)$$

$$D = 0,41\text{m (ok)} > 0,40\text{m}$$

Usa 0,60m

Onde:

V = velocidade em m/s

Q = vazão em m/s

d = diâmetro em m

**c) Recobrimento e Assentamento**

Para o emprego de tubulações sem estrutura especial, o recobrimento mínimo será de 0,80cm para a rede e 0,60 m para ligações. Quando, por imposição da topografia, este limite não puder ser atendido, haverá necessidade do emprego de tubulações especialmente dimensionadas do ponto de vista estrutural.

O assentamento deverá ser feito, segundo orientações de fiscalização da Prefeitura Municipal de Tijucas do Sul, sob o passeio com a tubulação o mais próximo possível da vertical do meio-fio.

Casos especiais deverão ser autorizados pela fiscalização.

d) Limites de Velocidade

Os limites de velocidade do escoamento nos tubos circulares, segundo as normas □□ preconizadas pela SUDERHSA, para as condições de vazão máxima serão os seguintes:

- Limite inferior - V mín = 0,75 m/s
- Limite superior - V máx.= 7,00 m/s

e) Degraus

Será adotado o critério de que quando se verificar o aumento de diâmetro de um trecho para o outro, no poço de visita correspondente, a geratriz inferior do maior deve ser rebaixada e uma altura igual a diferença entre os diâmetros dos dois tubos.

Para os casos em que poderá ocorrer o afogamento das galerias, será adotado um desnível entre os tubos afluentes, o qual será calculado para compensar as perdas de carga no referido poço.

Não havendo problemas de perda de carga, será dispensado esse desnível.

f) Poço de Visita

Deverão ser utilizados poços de visita nos seguintes casos:

- extremidade de montante;
- mudança de direção da galeria;
- junções de galerias;
- mudança de declividade;
- trechos longos, de maneira que a distância entre dois poços consecutivos fique em torno de 120 metros, para efeito 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 e maior custo de assentamento das tubulações deverão ser utilizados poços de queda.

Na rede de galerias de águas pluviais serão empregadas as estruturas padronizadas, fornecidas pela SUDERHSA, as quais são:

- Bocas de Lobo,
- Poços de visita simples, duplos ou triplos,
- Vigas de apoio para tubos (bacias de dissipação de energia).

## 1.4 CÁLCULO DE VOLUMES

### 1.4.1 VOLUME DE ESCAVAÇÃO DE VALAS

Para o cálculo do volume de escavação adotou-se a seguinte fórmula:

$$V_{esc} = C(1,1 + \emptyset)2\emptyset$$

Onde:

C = comprimento do tubo, em m;

$\emptyset$  = diâmetro do tubo, em m.

## 1.4.2 VOLUME DE REPOSIÇÃO DE VALAS

O cálculo de reposição de valas leva em conta o volume dos tubos, ou seja, será deduzido do volume de escavação de valas o volume que os tubos ocupam.

O cálculo do volume do tubo será:

$$V_{\text{tubo}} = \frac{\pi \cdot \varnothing^2 C}{4}$$

Onde:

$$\pi = 3,1415;$$

$\varnothing$  = diâmetro do tubo, em m;

C = comprimento do tubo, em m.

Logo,

$$V_{\text{rep}} = V_{\text{esc}} - (\Sigma V_{\text{tubo}})$$

Este volume de cálculo será dividido em reposição de vala com apiloamento e sem apiloamento numa proporção de 30% e 70 % respectivamente.

FERNANDO CEZANOSKI  
ENGENHEIRO CIVIL  
CREA PR 141.369/D