

DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS PARA DRENAGEM URBANA

MEMORIAL DE CÁLCULO DE GALERIA DE ÁGUAS PLUVIAIS

1. CARACTERÍSTICAS , DADOS E CRITÉRIOS DE PROJETO

1.1. INTRODUÇÃO

O presente dimensionamento tem por objetivo apresentar os estudos hidrológicos e o resultado do dimensionamento hidráulico do sistema de drenagem projetado para parte do bairro Jardim Varam, na cidade de Espírito Santo do Pinhal - SP.

Os estudos e projetos foram elaborados tendo como subsídio levantamentos topográficos, projetos e Plano Diretor de Macro Drenagem do município, fornecidos pela Prefeitura Municipal e visitas "in loco".

1.2. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos para subsidiar a elaboração do projeto executivo do sistema de drenagem foram desenvolvidos baseados no Plano Diretor de Macro Drenagem, e para o dimensionamento das estruturas hidráulicas a serem construídas.

1.3. LOCALIZAÇÃO

As micro bacias hidrográficas contribuintes na área abrangida para o projeto localizam-se no bairro Jardim Varam, dentro do perímetro Urbano da cidade de Espírito Santo do Pinhal.

Trata-se de bairro antigo, com pouca estrutura na captação de águas pluviais.

O projeto abrange primeiramente as áreas e ruas mais críticas do bairro.

1.4. DADOS HIDROLÓGICOS

Devido às pequenas dimensões das bacias hidrográficas, não foram coletados dados hidrométricos na região, que permitissem a análise estatística das vazões.

Para a avaliação dos índices pluviométricos e das vazões de projeto foram adotados os dados correspondentes à cidade de São José do Rio Pardo, conforme o Plano de Macro Drenagem do município, elaborado em 2010, associados à métodos indiretos (empíricos).

1.5. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA

A bacia apresenta uma ocupação intensa com ruas pavimentadas, residências, terrenos sem cobertura vegetal sendo uma região já bastante ocupada .

Possui alta declividade das ruas e devido a falta de rede de drenagem no bairro, algumas áreas e ruas estão danificadas e problemáticas quando ocorre chuvas intensas.

Nas áreas críticas a serem implantadas as obras, as ruas já possuem guias e sarjetas.

Para este projeto adotei os seguintes parâmetros:

2. PERÍODO DE RECORRÊNCIA:

25 anos - Para o dimensionamento das obras hidráulicas (galerias)

3. DADOS DA BACIA:

Bacia pequena com área total de 8,83 ha.

4. MÉTODO PARA CÁLCULO DA VAZÃO CONTRIBUINTE

4.1. MÉTODO RACIONAL

4.1.1. HIPÓTESES BÁSICAS

- a . A intensidade de precipitação é constante durante todo o tempo de duração da chuva;
- b . A impermeabilidade das superfícies permanece constante durante todo o tempo de precipitação;
- c . O tempo de duração da chuva é considerado igual ao tempo de concentração;
- d . As velocidades de escoamento nas galerias serão relatadas a seguir;

4.1.2. EQUAÇÃO RACIONAL

$$Q = C \cdot I \cdot A / 360$$

C - Coeficiente de escoamento superficial RUNOFF

I - Intensidade da Chuva em mm/hora

A - Área da Bacia em hectares (1ha = 10000m²)

Q = Vazão contribuinte (m³/s)

para cálculo da Vazão contribuinte em l/s

$$Q = 166,67 \cdot C \cdot I \cdot A$$

4.1.3. COEFICIENTE RUNOFF

SUPERFÍCIES	C	Porcentagens %
Pavimento asfáltico	0,9	20,00
Pavimento broquete	0,7	10,00
Telhados	0,9	30,00
Parques, jardins, gramados	0,2	15,00
Quintais, lotes vagos etc	0,2	25,00
		100,0

Coeficiente médio RUNOFF

$$C = 0,60$$

Adotei a média ponderada para o coeficiente geral na bacia

4.1.4. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO NA BACIA

Utilizando a fórmula de Kirpich, temos;

$$t_c = 57 \cdot [(L^3 / H)^{0,385}] \text{ , onde:}$$

t_c = Tempo de concentração da bacia (em minutos)

L = É o comprimento máximo da bacia (em Km)

H = É o desnível máximo da bacia (em metros).

No presente caso temos:

L = 0,295 Km,

H = 40,00 metros, resultando portanto 3,36 minutos, ou aproximadamente

t_c=4,0 min.

4.1.5. INTENSIDADE DE CHUVA

De acordo com o plano de Macro Drenagem para o município de Esperito Santo do Pinhal a equação de intensidade de chuva é a mesma da cidade de São José do Rio Pardo - SP:

$$i_t, T = (24,1997 (t+20)^{(-0,8367)}) + (3,9564 (t+10)^{(-0,7504)}) \cdot [-0,4681 - 0,8540 \ln \ln(T/T-1)]$$

i: intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, em mm/min;

t: duração da chuva em minutos;

TEMPO DE DURAÇÃO	PERÍODO DE RETORNO	
	5 anos	10 anos
MINUTOS		
4	2,138	2,488
10	1,745	2,013
30	1,118	1,277

Desta forma considerando o tempo de duração da chuva igual ao tempo de concentração da bacia (10 minutos) e período de retorno de 05 anos temos:

tempo de duração 4 minutos e período de retorno de 5 anos	128,30 mm/hora
	2,138 mm/min

5. CALCULO DA VAZÃO

5.1. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES TRONCO

5.1.1. Equação da Continuidade

$$Q = A \cdot V$$

Q = Vazão (m³/s)

A = Área da seção considerada (m²)

V = Velocidade de escoamento (m/s)

5.1.2. Equação de Manning - Strickler

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot S^{0,5}$$

Rh = Raio Hidráulico (m)

n = Coeficiente de Manning

S = Declividade longitudinal m/m

$$R_h = \frac{\text{Área molhada}}{\text{Perímetro Molhado}}$$

5.1.3. Equação da Continuidade + Lei de Chézy + Equação de Manning - Strickler

$$Q = \frac{A_m \cdot R_h^{2/3} \cdot S^{0,5}}{n}$$

Rh = Raio Hidráulico (m)

n = Coeficiente de Manning

S = Declividade longitudinal m/m

Am = Área molhada (m²)

Q = Capacidade de Vazão (m³/s)

5.1.4. VELOCIDADE MÁXIMA E MÍNIMA

MÁXIMA	5 m/s
MÍNIMA	0,03 m/s

5.2. CAIXAS COLETORAS (BOCAS DE LOBO)

As caixas coletoras projetadas comportam uma vazão máxima de:

C. Coletora Simples	CCS	0,08 m³/s
C. Coletora Dupla	CCD	0,16 m³/s

6. DIMENSIONAMENTO

6.1. Tabela de áreas e vazões contribuintes

BACIA	ÁREA CONTRIB. (ha)	INTENSID DAS CHUVAS mm/hora	COEFIC. RUN-OFF	VAZÃO CONTRIB. MONTANTE (m3/s)	CAIXAS COLETOR AS A MONTANT
1	4,77	128,28	0,60	1,020	2CCS
2	1,04	128,28	0,60	0,222	2CCD
3	0,52	128,28	0,60	0,111	2CCS
4	2,50	128,28	0,60	0,535	2CCS

TRECHO	RUA	PVs	BACIAS CONTRIB.	VAZÃO CONTRIB.
1	João Batista Sertório	PV1-PV2	1	1,020
2	João Batista Sertório	PV2-PV3	1 a 3	1,353
3	Rafael Sanches	PV4-PV3	1 a 3 + 4	1,888

6.2. DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO

Iremos calcular o diâmetro da tubulação de acordo com a fórmula de Manning e usando as relações geométricas de Metcalf&Eddy, 1987. Assim, temos:

$$D = [(Q \cdot n) / (K' \cdot S^{1/2})]^{3/8}$$

D= diâmetro da tubulação (m)

n= rugosidade de Manning (adimensional)

Q= vazão (m³/s)

S= declividade (m/m)

K= Coeficiente adimensional, segundo a tabela abaixo:

K' = 0,246 para y/D = 0,67 (norma da ABNT de instalações prediais pluviais)
K' = 0,305 para y/D = 0,80 ("Rede de drenagem pública" - Plinio Thomaz)
K' = 0,312 para seção plena (utilizado pela PMSP)

fonte: Curso de Manejo de Águas Pluviais

Eng.º Plinio Thomaz - Capítulo 5 - Microdrenagem

6.3. CÁLCULO CONSIDERANDO SEÇÃO PLENA

Para o cálculo do diâmetro considerando a seção plena da tubulação, iremos calcular segundo a equação acima, utilizando o valor do coeficiente k'=0,312. Assim, temos:

TRECHO	PVs	VAZÃO CONTRIB. MONTANT (m3/s)	COTA TERRENO MONTANTE	COTA COLETOR MONTANT	PROF. PV MONTANTE	COTA TERRENO JUZANTE	COTA COLETOR JUZANTE	PROF. PV JUSANTE	DESNIVE L DO COLETOR	COMPRI MENTO (m)	DECLIV (m/m)	DIAMETRO TUBO (m)
1	PV1-PV2	1,020	855,00	853,00	2,00	849,00	845,80	3,20	7,20	110,00	0,07	0,54
2	PV2-PV3	1,353	849,00	845,80	3,20	839,80	838,20	1,60	7,60	110,00	0,07	0,59
3	PV4-PV3	1,888	839,40	838,40	1,00	839,80	838,20	1,60	1,80	70,00	0,03	0,80

RECH	PVs	DIAMETR O TUBO ADOTADO (m)	VELOCIDAD E (m/s)	VERIFIC AÇÃO
1	PV1-PV2	60	4 816926	OK

6.4. CÁLCULO CONSIDERANDO SEÇÃO PARCIAL

Para o cálculo das velocidades na tubulação para seção parcial, temos que encontrar a área molhada da tubulação. Para isso, iremos calcular o ângulo interno TETA de acordo com a seguinte fórmula e com algumas relações geométricas da seção circular:

$$TETA = \text{seno } TETA + 2^{2^{1/6}} (n Q / (S^{1/2}))^{0^{1/6}} D^{-1^{1/6}} TETA^{0^{1/4}}$$

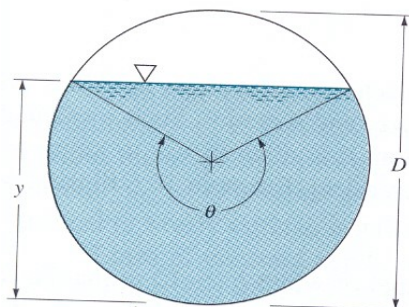


Figura 1 : Imagem ilustrativa da tubulação e seus fatores geométricos.

Como se pode ver, a equação acima está na formula implícita, sendo impossível de se separar o ângulo central. Para solução, iremos utilizar o método de tentativa e erro. Após o cálculo de TETA, acharemos a área molhada da tubulação (m) por:

$$Am = D^2 (TETA - \text{seno } TETA) / 8$$

Coefficiente de manning a ser utilizado:

$$n = 0,015$$

Para o cálculo das seções utilizadas e das velocidades na galeria, iremos utilizar a relação entre $y/D=0,81$, que será a maior velocidade atingida dentro da tubulação.

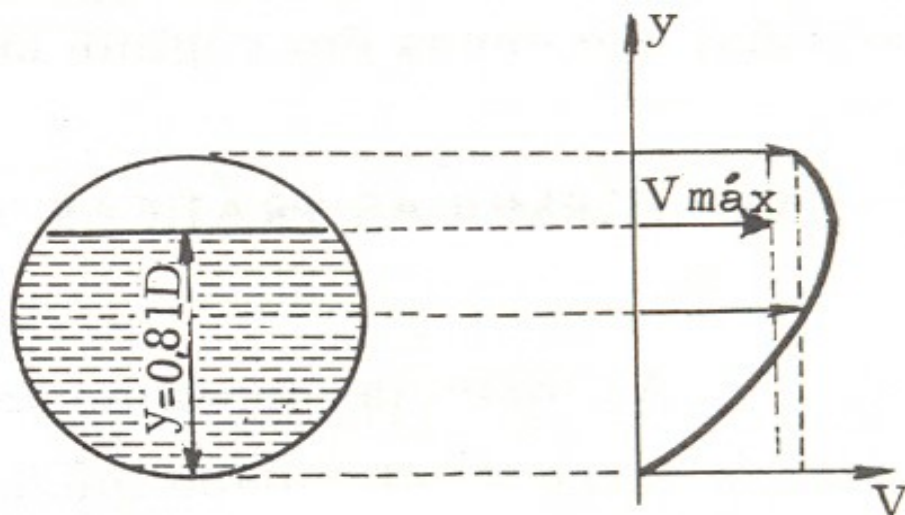


Figura 2 : Ilustração da seção da tubulação e gráfico de velocidade aproximada do escoamento.

RECH	PVs	VAZÃO CONTRIB. MONTANT (m3/s)	COTA TERRENO MONTANT	COTA COLETOR MONTANT	PROF. PV MONTANT	COTA TERRENO JUSANTE	COTA COLETOR JUSANTE	PROF. PV JUSANTE	DESNIVELCO LETOR	COMPRIMENTO (m)	DECLIV (m/m)	DIAMETRO TUBO (m)
1	PV1-PV2	1,020	855,00	853,00	2,00	849,00	845,80	3,20	7,20	110,00	0,065	0,54

TRECHO	PVs	DIAMETR O TUBO ADOTADO (cm)	$2^{2/6} (n / (S^{1/2}))^{0/6} D^{-1/6}$	TETA ESTIMADO	TETA CALCULADO	TETA ESTIMADO	TETA CALCULAD O (CORRETO)	ÁREA MOLHADA (m²)	VELOC. (m/s)	VERIFI CAÇÃO
1	PV1-PV2	60	2,533	1,5000	3,9767	3,000	6,312	0,283	3,608	OK
2	PV2-PV3	60	2,953	1,5000	4,4703	4,420	7,143	0,287	4,709	OK
3	PV4-PV3	80	3,062	1,8000	4,8468	4,420	7,825	0,546	3,458	OK

7. VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO E DA VELOCIDADE MÁXIMA

Verifica-se que o dimensionamento da rede está a favor da segurança, maior que 0,03 m/s e menor que 5,0 m/s, compatíveis no trecho.

8. CONCLUSÃO

Devido a alta declividade dos trechos na bacia de contribuição e em se tratando de área já urbanizada, optei por acompanhar a declividade das ruas na implantação da rede e, em alguns trechos, em "degraus" junto aos poços de visita.

Verifica-se nas planilhas que o dimensionamento das tubulações atendem a demanda requerida.

Adotamos tubos de 60 centímetros para dimensão mínima de tubulações, não considerando as ligações entre as caixas de coleta (boca de lobo) até a tubulação principal que será de 40 centímetros, conforme indicado em planta.

Verifica-se ainda que no trecho da obra, a execução das galerias é de suma importância para a regularização e segurança do escoamento das águas pluviais até o corpo d'água (córrego).

Eng.º RICARDO FENÓLIO
CREA 5062664550

05 ANOS	10 ANOS
1.25	1.1111

1,280949 1,9218

0,812849 1,4537

1,694288 0,9168

0,546067 0,2484

2,138158 1,2779

128,2895

