

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 Monte Alegre, na cidade de Espírito Santo do Pinhal - SP.

Os estudos e projetos foram elaborados tendo com 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 Monte Alegre 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 a área urbana e as 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 2.010, 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 urbanizada.

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

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 4,38 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

C - Coeficiente de escoamento superficial RUNOFF

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

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 = 0,270 Km,

H = 27,00 metros, resultando portanto 3,53 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;

T: período de retorno em anos.

TEMPO DE DURAÇÃO MINUTOS	PERÍODO DE RETORNO	
	5 anos	10 anos
4	1,752	3,134
10	1,482	2,651
30	0,947	1,694

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	105,14 mm/hora
e período de retorno de 5 anos	1,752 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. MONTANT E (m³/s)	CAIXAS COLETORAS A MONTANTE
1	0,93	105,14	0,60	0,16	2 CCS
2	0,98	105,14	0,60	0,17	1 CCS + 1 CCD
3	1,85	105,14	0,60	0,32	2 CCD
4	0,23	105,14	0,60	0,04	1 CCS
5	0,40	105,14	0,60	0,07	1 CCS

TRECHO	RUA	PVs	BACIAS CONTRIB.	VAZÃO CONTRIB. (m³/s)
1	Pedro D'Arcádia	PV1-PV2	1 a 2	0,33
2	Pedro D'Arcádia	PV2-PV3	1 a 3	0,66
3	Prof. Jonas José Fraissat	PV3-PV4	1 a 4	0,70
4	Prof. Jonas José Fraissat	PV4-PV5	1 a 5	0,77

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 JUZANTE	DESNIVEL DO COLETOR	COMPRIMENTO (m)	DECLIV (m/m)	DIÂMETRO TUBO (m)
1	PV1-PV2	0,33	896,70	895,20	1,50	897,00	895,10	1,90	0,10	47,00	0,01	0,50
2	PV2-PV3	0,66	897,00	895,10	1,90	897,30	895,00	2,30	0,10	90,00	0,01	0,65
3	PV3	0,00	897,30	895,00	2,30	895,00	891,50	3,50	3,50	0,00	0,00	0,00
3	PV3-PV4	0,70	895,00	891,50	3,50	894,00	891,30	2,70	0,20	37,00	0,01	0,75
4	PV4-PV5	0,77	894,00	891,30	2,70	888,50	887,00	1,50	4,30	38,00	0,11	0,44

TRECHO	PVs	DIAMETRO TUBO ADOTADO (m)	VELOCIDADE E (m/s)	VERIFICAÇÃO
1	PV1-PV2	60	1,88278	OK
2	PV2-PV3	80	2,28083	OK
3	PV3-PV4	60	1,38425	OK
4	PV4-PV5	40	4,83335	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:

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

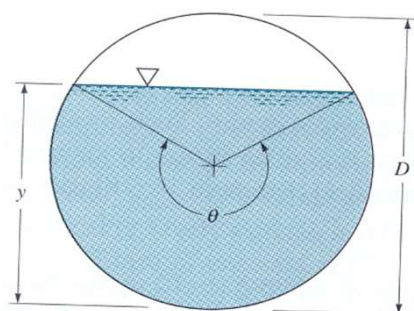


Figura 1 : Imagem ilustrativa da tubulação e seus fatores geométricos.

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:

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

Coeficiente 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.

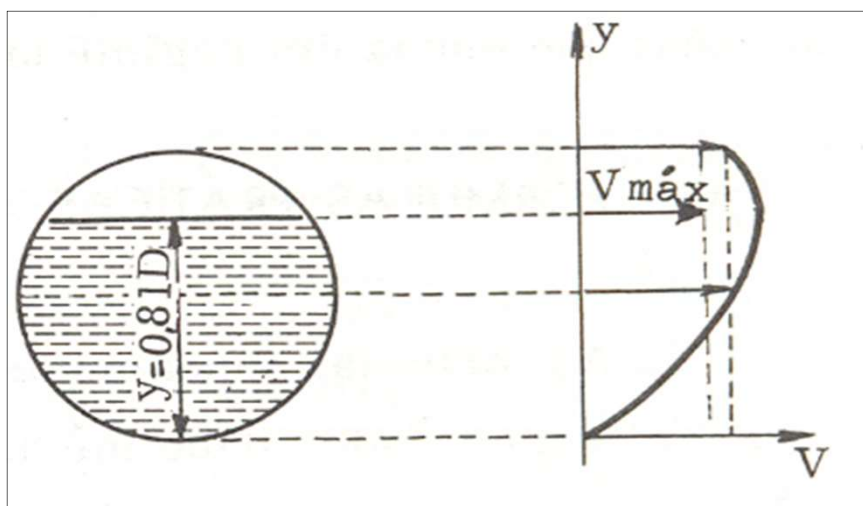


Figura 2 : Ilustração da seção da tubulação e gráfico de velocidade aproximada do escoamento.

TRECHO	PVs	VAZÃO CONTRIB. MONTANT (m ³ /s)	COTA TERRENO MONTANT	COTA COLETOR MONTANT	PROF. PV MONTANT	COTA TERRENO JUSANTE	COTA COLETOR JUSANTE	PROF. PV JUSANTE	DESNIVELCO LETOR	COMPRIMEN TO (m)	DECLIV (m/m)	DIAMETRO TUBO (m)
1	PV1-PV2	0,33	896,70	895,20	1,50	897,00	895,10	1,90	0,10	47,00	0,01	0,51
2	PV2-PV3	0,66	897,00	895,10	1,90	897,30	895,00	2,30	0,10	90,00	0,01	0,65
3	PV3	0,70	897,30	895,00	2,30	892,00	891,50	0,50	3,50	0,00	0,01	0,00
3	PV3-PV4	0,70	895,00	891,50	3,50	894,00	888,50	5,50	3,00	37,00	0,08	0,45
4	PV4-PV5	0,77	894,00	888,50	5,50	888,40	886,90	1,50	1,60	38,00	0,04	0,53

TRECHO	PVs	DIAMETR O TUBO ADOTADO (cm)	$2^{2/6} (n Q / (S^{1/2}))^{0/6} D^{-1/6}$	TETA ESTIMADO	TETA CALCULAD O	TETA ESTIMADO	TETA CALCULAD O (CORRETO)	ÁREA MOLHADA (m ²)	VELOC. (m/s)	VERIFI CAÇÃO
1	PV1-PV2	60	2,269	2,8000	3,7597	3,400	3,446	0,169	1,968	OK
2	PV2-PV3	80	2,155	2,8000	3,5885	3,300	3,317	0,279	2,348	OK
3	PV3	80	2,241	1,0000	3,0825	3,400	3,401	0,293	2,393	OK
3	PV3-PV4	80	1,196	1,6000	2,4431	2,200	2,448	0,145	4,837	OK
4	PV4-PV5	80	1,542	2,0000	2,9435	2,600	2,775	0,193	3,984	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

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

As ligações entre as caixas de coleta - Bocas de Lobos - e Poços de Visitas serão todas com diâmetro de 40 cm.

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).

Espírito Santo do Pinhal, 02 de Junho de 2.022.

Eng.º RICARDO FENÓLIO
CREA 5062664550