



RAE – RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO E EFICIÊNCIA

EXECUÇÃO DE CANALIZAÇÃO DO CÓRREGO NO MUNICÍPIO DE PARAPUÃ – SP

2022



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
1.1. Finalidade da obra.	3
1.2. Justificativa para sua realização.	3
2. ESTUDOS HIDROLÓGICOS	3
2.1. Área da Bacia do Córrego Alheiro limitada pela seção da obra.	3
2.2. Apresentação da metodologia empregada.	4
2.3. Determinação da declividade média do talvegue.	4
2.4. Determinação do tempo de concentração (tc)	4
2.5. Definição do coeficiente de escoamento superficial (C).	5
2.6. Período de retorno (TR)	6
2.7. Cálculo da intensidade da chuva de projeto	6
2.8. Determinação da vazão de enchente de projeto.	7
3. ESTUDOS HIDRÁULICOS	7
3.1. Determinação da declividade média do projeto;	7
3.2. Definição da rugosidade (revestimento)	8
3.3. Definição do gabarito do canal;	8
3.4. Dimensionamento hidráulico da seção;	8
3.5. Determinação da linha d'água do projeto;	9
3.6. Avaliação dos efeitos dos níveis d'água a montante e a jusante da	10
3.6.1 travessia a ser implantada;	10
3.7. Planilha para cálculos de dimensão/vazão.	11
4. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	133



1. INTRODUÇÃO

1.1. Finalidade da obra.

O presente trabalho tem a finalidade de apresentar estudos técnicos Hidráulicos e Hidrológicos, para projeto de Canalização do Córrego do Alheiro, no município de Parapuã, os estudos apresentados estão baseados nas normas Técnicas DPO 1 a 4 nas publicações realizadas pelo Departamento de Água e Energia Elétrica – DAEE.

A Canalização tem como finalidade a proteção das margens do canal e aumentar a vazão do córrego para combater a erosão e inundações no local.

O projeto leva em conta a Revitalização do Local, por se tratar de um local público.

1.2. Justificativa para sua realização.

O objetivo principal deste estudo é apresentar os cálculos Hidráulicos e Hidrológicos de uma canalização, a fim de assegurar que as estruturas hidráulicas atendam aos estudos hidrológicos e a Legislação Vigente. Será utilizada para esses estudos a Portaria DAEE 717/96, as instruções Técnicas DPO 1 a 4, Lei estadual 7.663/91, dentre outras legislações.

2. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

2.1. Área da Bacia do Córrego Alheiro limitada pela seção da obra.

De acordo com os levantamentos realizados através de cartas topográficas obtidas através do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas), a área de drenagem da bacia do Córrego Alheiro, acima da seção da obra a ser implantada possui 1,45 Km².



2.2. Apresentação da metodologia empregada.

Para o cálculo da vazão de enchente do Córrego Alheiro, utilizamos o método Racional.

A escolha deste método se dá pelo fato de que a bacia de contribuição do Córrego Alheiro acima da seção de implantação da obra, é menor que 2 Km². No local também não existe um posto fluviométrico para a coleta de dados fluviométricos.

A equação utilizada neste estudo foi da cidade de Iacri-SP devida a proximidade e por não existir equação específica determinada para o Município de Parapuã-SP.

2.3. Determinação da declividade média do talvegue.

$$i = \frac{\Delta H}{L}$$

Onde:

ΔH = diferença entre as cotas do ponto mais distante e da seção considerada (m); L = comprimento do talvegue (Km);

$$i = \frac{(500-453)}{1,712} = \mathbf{27,45\ m/km}$$

2.4. Determinação do tempo de concentração (tc)

$$tc = 57 * \left(\frac{L^2}{S}\right)^{0,385} =$$

Onde:

tc = tempo de concentração (min)

L = Comprimento do talvegue (km)



S = declividade média do talvegue (m/km)

$$t_c = 57 * \left(\frac{1,712^2}{27,45} \right)^{0,385} = \mathbf{24,09 \text{ min}}$$

2.5. Definição do coeficiente de escoamento superficial (C).

$$F = \frac{L}{\frac{\sqrt{2} * A}{\pi}} =$$

$$C_1 = \frac{4}{2 + F} =$$

$$C = \left(\frac{2}{1 + F} \right) * C_2 / C_1 =$$

Onde:

C = coeficiente de escoamento superficial

C1 = coeficiente de forma da bacia (tp/tc)

C2 = coeficiente de escoamento volumétrico, função do grau de impermeabilidade do solo, cobertura ou tipo de solo e uso do solo.

F = fator de forma da bacia hidrográfica, relaciona a forma da bacia com um círculo de mesma área (mede a taxa de alongamento da bacia).

A = área da bacia hidrográfica em km²

L = comprimento do talvegue, em km



$$F = \frac{1,712}{\frac{\sqrt{2} * 1,29}{\pi}} = \mathbf{3,35}$$

$$C_1 = \frac{4}{2 + 2,76} = \mathbf{0,84}$$

$$C = \left(\frac{2}{1 + 3,35} \right) * \frac{0,8}{0,84} = \mathbf{0,44}$$

Segundo a instrução técnicas para obras hidráulicas, o valor de C não pode ser menor do que 0,50 para áreas urbanizadas, portanto adotaremos o valor de **C = 0,80**.

2.6. Período de retorno (TR)

O local da implantação da canalização está situado na zona Urbana do Município de Parapuã, onde que de acordo com a instrução técnica DPO n° 002, de 30/07/2007 deveremos adotar o valor de **100 anos** para o período de retorno.

2.7. Cálculo da intensidade da chuva de projeto

A equação utilizada neste estudo foi da cidade de Iacri devida a proximidade e por não existir equação específica determinada para o município, sendo:

$$i(t, T) = 33,3984 (t + 20)^{-0,8486} + 2,2482 (t + 5)^{-0,6276} * [-0,5009 - 1,0344 \ln \ln \left(\frac{T}{T - 1} \right)]$$

Onde:

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

t = duração da chuva em minutos;

T = período de retorno em anos;



$$i_t, T = 33,3984 (24,09 + 20)^{-0,8486} + 2,2482 (24,09 + 5)^{-0,6276} \\ * \left[-0,5009 - 1,0344 \ln \ln \left(\frac{100}{100 - 1} \right) \right] = \mathbf{2,4982 \text{ mm/min}}$$

2.8. Determinação da vazão de enchente de projeto.

$$Q = 0,1667 * C * i * A =$$

Onde:

Q = Vazão (m³/s)

C = coeficiente de escoamento superficial;

i = intensidade da chuva de projeto (mm/min);

A = área da bacia de contribuição (ha);

$$Q = 0,1667 * 0,8 * 2,49 * 129 = \mathbf{42,84 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Adotar uma vazão de base com valor em torno de 10% da vazão de enchente acrescida na mesma.

$$Q_b = 42,84 + 10 \% = \mathbf{47,124 \text{ m}^3/\text{s}}$$

3. ESTUDOS HIDRÁULICOS

3.1. Determinação da declividade média do projeto;

$$i = \frac{\Delta H}{L}$$

Onde:

ΔH = diferença entre a cota do talvegue à montante e à jusante do local da implantação da obra;

L = distância entre as duas cotas.

$$i = \frac{0,33}{100} = 0,0033 \text{ m/m}$$



3.2. Definição da rugosidade (revestimento)

$$neq = \frac{(b + 2 * h) * n}{P} =$$

Onde;

Neq = coeficiente de rugosidade equivalente;

b = base seção. h = Altura da Seção;

n = rugosidade referente ao tipo de revestimento;

P = Somatório dos Perímetros molhados.

$$neq = \frac{(9,5 + 2 * 2,1) * 0,028}{13,7} = \mathbf{0,028}$$

3.3. Definição do gabarito do canal;

A canalização será realizada com seção retangular aberta construída com Gabião com dimensões de base de 9.5 m x 2,5 m (Largura x Altura), possuindo 100 metros de comprimento e declividade de 0,33%.

3.4. Dimensionamento hidráulico da seção;

$$Rh = \frac{b * h}{(b + 2 * h)} =$$

$$Rh = \frac{9,5 * 2,1}{(9,5 + 2 * 2,1)} = \mathbf{1,46 m}$$

$$v = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} \sqrt{i} =$$

Onde:

v = Velocidade média (m/s)

n = Coeficiente de rugosidade de Manning

Rh = Raio hidráulico (m)



I = Declividade média (m/m)

$$v = \frac{1}{0,028} * 1,46^{\frac{2}{3}} * \sqrt{0,0033} = 2,64 \text{ m/s}$$

$$v < 2,5 \text{ m/s}$$

$$Q = \left(\frac{1}{n}\right) * Rh^{2/3} * \sqrt{i} * Am =$$

Onde:

Q = Vazão (m³/s)

n = Coeficiente de rugosidade de Manning Rh

= Raio hidráulico (m)

i = Declividade média (m/m)

Am = Área molhada (m²)

$$Q = \frac{1}{0,028} * 1,46^{\frac{2}{3}} * \sqrt{0,0033} * 9,5 * 2,1 = 52,58 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

3.5. Determinação da linha d'água do projeto;

$$Q = v * A$$

Onde:

Q = Vazão (m³)

v = Velocidade média (m/s)

A = Área (m²)

$$52,584 = 2,64 * 9,5 * h$$

$$h = \frac{52,58}{25,08} = 2,09 \text{ m}$$

$$h \text{ linha d'agua} = 2,09 \text{ m}$$

Folga sobre o dimensionamento;

$$f \geq 0,40 \text{ m} = 2,50 \text{ m}$$



3.6. Avaliação dos efeitos dos níveis d'água a montante e a jusante da 3.6.1 travessia a ser implantada;

Com a implantação da Canalização no Córrego Alheiro não haverá interferência no regime de escoamento durante a vazão de cheia da mesma. A seção do córrego no eixo de implantação terá área superior às áreas da calha do mesmo à montante e jusante. Sendo assim, em épocas de cheia onde o Córrego Alheiro tem vazões máximas, o mesmo não sofrerá o represamento a montante da seção da intervenção ou alterações significativas nos níveis d'água devido à implantação da mesma.



3.7. Planilha para cálculos de dimensão/vazão.

VAZÃO PELO METODO RACIONAL									
Q= 0,167 C x i x AD									
25 ANOS		50 ANOS		100 ANOS		500		1000 ANOS	
const. =	0,167	const. =	0,167	const. =	0,1667	const. =	0,1667	const. =	0,1667
C =	0,80	C =	0,80	C =	0,80	C =	0,80	C =	0,80
i =	2,145 mm/min.	i =	2,406 mm/min.	i =	2,666 mm/min.	i =	3,265 mm/min.	i =	3,522 mm/min.
AD =	140,00 há	AD =	140,00 há	AD =	140,00 há	AD =	140,00 há	AD =	140,00 há
Q =	40,123483 m3/s	Q =	45,00812656 m3/s	Q =	49,76714 m3/s	Q =	60,951332 m3/s	Q =	65,75957 m3/s

Area	1,400	Km2
	140,000	(ha)

DATA	fev-22
------	--------

Obs: Lançar as cotas à partir da cota máxima

Ponto	Cota	Distância	Dist.Acum.	J1	√J1	L1 / √J1
1	497,00					
1 - 2		353,00	353,00			
2	480,00			0,04815864	0,219450769	1.608,56
2 - 3		784,00	1137,00			
3	460,00			0,025510204	0,159719141	4.908,62
3 - 4		549,00	1686,00			
4	453,00			0,012750455	0,112917914	4.881,94
4 - 5						
5						
5 - 6						
6						
6 - 7						
7						
7 - 8						
8						
8 - 9						
9						
9 - 10						
10						
10 - 11						
11						
11 - 12						
12						
12 - 13						
13						
13 - 14						
14						
14 - 15						
15						
15 - 16						
16						
16 - 17						
17						
17 - 18						
18						
18 - 19						
19						
19 - 20						
20						
		1686,000				11.379,12
		0,1295				

$$I_{eq} = \left(\frac{L}{\frac{L_1}{\sqrt{j_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{j_2}} + \dots + \frac{L_n}{\sqrt{j_n}}} \right)$$

L1= COMPRIMENTO DO TRECHO (Km)
j1 = DECLIVIDADE DO TRECHO (m/Km)

FORMULA DE CALCULO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

$$t_c = 57 \left(\frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0,385}$$

t_c = tempo de concentração;
L = comprimento do talvegue;
I_{eq} = declividade equivalente.

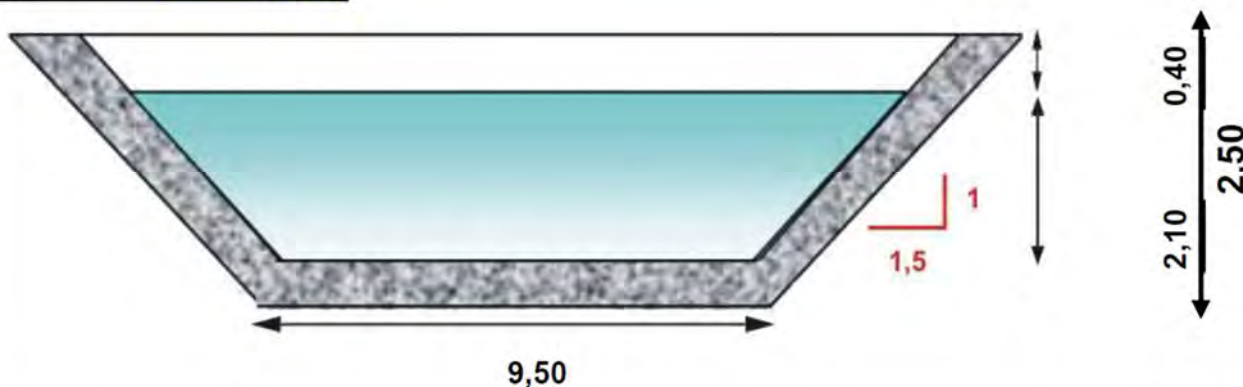
VAZÃO PELO METODO RACIONAL	
Q= 0,167 C x i x AD	
CONSTANTE = 0,167	
C = COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUP.	
i = INT. DE CHUVA = mm/min - TR = 100 ANOS	
AD = ÁREA DA BACIA EM HECTARES	
Q = VAZÃO DE CHEIA	

Declividade Equivalente=	0,02195 m/m	21,953 m/Km
Tempo Concentração=	25,95 min	1.558,789 segundos
Coeficiente C =	0,80	

Equação de Chuvas de:	Município	Parapuã
TR	mm/min.	mm/hora
25 anos	2,145	128,71
50 anos	2,406	144,38
100 anos	2,666	159,93
500 anos	3,265	195,88
1000 anos	3,522	211,33

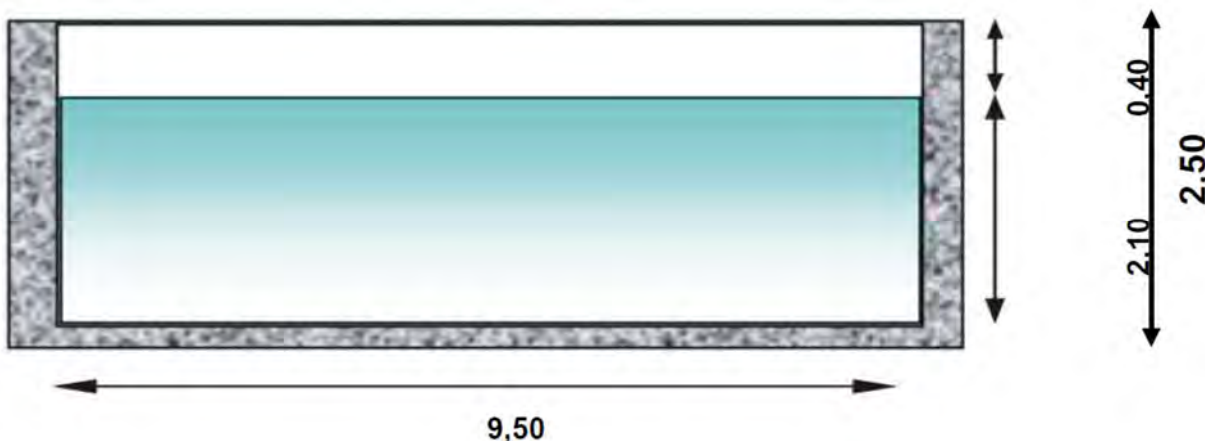
Cálculo para Seção Trapezoidal

b = (m) 9,50 h = (m) 2,10 i = (m/m) 0,0033 C.Manning 0,028 Free-Bord 0,40 RA 0,050	Suporta a Vazão?			A = (m²) 20,171 P = (m) 13,71 Rh = (m) 1,472 Vel = m/s 2,65 Froude 0,58 Q = (m³/s) 53,54
	25	50	100	
	Sim	Sim	Sim	



Cálculo para Seção Retangular

L = (m) 9,50 h = (m) 2,10 i = (m/m) 0,0033 C.Manning 0,028 Free-Bord 0,40	Suporta a Vazão?			A = (m²) 19,95 P = (m) 13,70 Rh = (m) 1,46 Vel = m/s 2,64 Froude 0,58 Q = (m³/s) 52,58
	25	50	100	
	Sim	Sim	Sim	



4. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Imagem do Córrego Alheiro a montante, continuação da canalização a jusante, 07/02/2020.



Imagem do Córrego Alheiro, área em processo erosivo ativo, com perda de vegetação e solo, 10/02/2020.



Imagem da Ala de proteção prejudicada devido ao alto grau de atividade erosivo no local, em 11/02/2020.



Imagem do Córrego Alheiro, carreamento de solo das margens, em processo erosivo ativo, 11/02/2020.

Parapuã, 17 de fevereiro de 2022.



Gilmar Martin Martins
Pref. Mun. de Parapuã-SP
RG 12.395.471-0



Luís Cláudio Lopes Andrade
Dir. Meio Ambiente
CREAP/SP: 0681831949