

Memorial de Cálculo

Construção de nova rede de drenagem do córrego Cadaval, entre a Rua Monte Azul Paulista e a Rua Serra dos Cristais, Carapicuíba-SP.

APRESENTAÇÃO

O presente relatório refere-se a Construção de nova rede de drenagem do córrego Cadaval, entre Rua Monte Azul Paulista e a Rua Serra dos Cristais, Carapicuíba-SP.

Nos demais itens serão apresentados os critérios, metodologias e dimensionamento de pavimentação, drenagem de águas pluviais e contenção.

ÍNDICE

1. Considerações Preliminares.....	2
2. Projeto de Drenagem	2
2.1. Metodologia Adotada.....	3
2.1.1. Metodologia de Cálculo da Vazão Contribuinte	3
2.1.2. Tempo de Recorrência (TR).....	3
2.1.3. Área de Contribuição	4
2.1.4. Método Racional e Racional Modificado	5
2.1.5. Fórmula Racional	5
2.1.6. Fórmula Racional Modificada	6
2.1.7. Coeficiente de Escoamento Superficial (“runoff”).....	7
2.1.8. Intensidade	7
2.1.9. Tempo de Concentração	8
2.2. Cálculo da Vazão de Contribuição	9
2.2.1. Cálculo da Vazão Ponto P1A	9
2.2.2. Cálculo da Vazão Ponto P1B	10
2.2.3. Cálculo da Vazão Ponto P2.....	11
2.2.4. Cálculo da Vazão Ponto P3.....	12
2.3. Projeto Hidráulico	13
2.3.1. Critérios	13
2.4. Dimensionamento Hidráulico.....	15
2.4.1. Dimensionamento da Galeria (P1) – Seção 2,50 x 2,50	15
2.4.2. Dimensionamento da Galeria (P2) – Seção 2,50 x 2,50	16
2.4.3. Dimensionamento Hidráulico – “Tunnel Liner”	17
2.4.4. Dimensionamento da Galeria (P3) – Seção 3,50 x 2,50	18

1. Considerações Preliminares

O presente relatório tem como objetivo apresentar Construção de nova rede de drenagem do córrego Cadaval, entre Rua Monte Azul Paulista e a Rua Serra dos Cristais, Carapicuíba-SP.



Figura 1 – Localização (Fonte Google Earth).

2. Projeto de Drenagem

2.1. Metodologia Adotada

O Projeto Básico de Drenagem foi elaborado através do levantamento topográfico cadastral e estudo da bacia de contribuição do trecho do Parque Planalto, Carapicuíba-SP.

2.1.1. Metodologia de Cálculo da Vazão Contribuinte

Os estudos e o projeto hidráulico foram realizados segundo as diretrizes e os critérios de projeto de drenagem urbana da Prefeitura do Município de Carapicuíba.

Os métodos de cálculo utilizados para a determinação das vazões contribuintes foram aplicados em função da área da bacia de drenagem e são largamente utilizados e aceitos em Projetos de Drenagem, a saber:

Área da Bacia	Método
até 50 ha	Racional
de 50 ha até 100 ha	Racional Modificado
de 100 ha até 10.000 ha	Soil Conservation Service

2.1.2. Tempo de Recorrência (TR)

O período de retorno (TR) de uma chuva está diretamente relacionado com o nível de segurança que se deseja proporcionar no dimensionamento dos dispositivos hidráulicos. Para a determinação das vazões da drenagem superficial e das galerias em tubos adotou-se o tempo de recorrência de TR = 10 anos. E para o Canal de Drenagem adotou-se o tempo de recorrência de TR = 100 anos.

2.1.3. Área de Contribuição

As áreas de contribuições serão determinadas segundo a delimitação das sub-bacias de drenagem através da reconstituição da Planta da Emplasa nº 2323, escala 1:10000 restituída para a escala 1:5000.

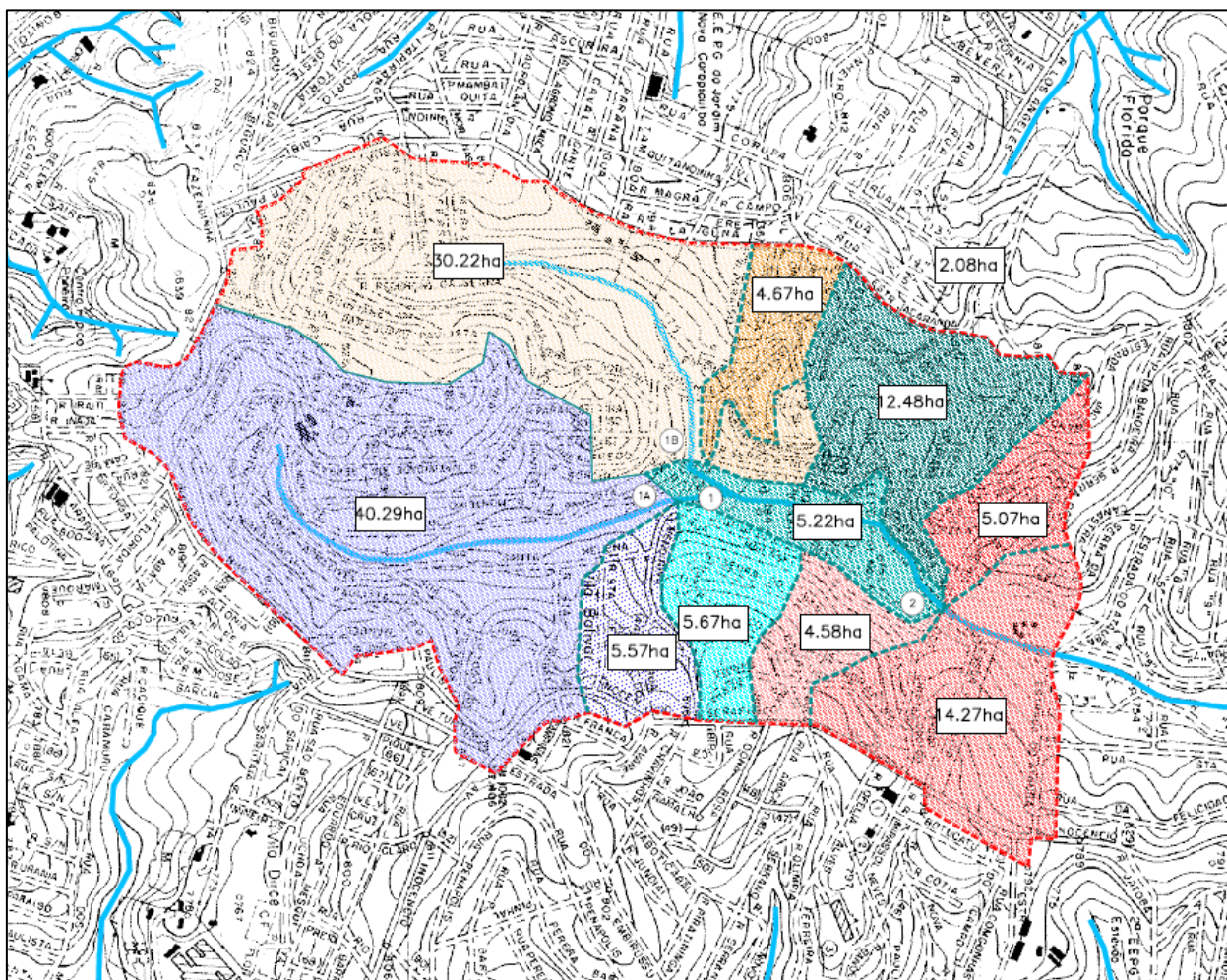


Figura 2 – Planta de Bacia

2.1.4. Método Racional e Racional Modificado

As seguintes premissas básicas são adotadas quando se aplica o Método Racional:

O pico de deflúvio superficial direto, relativo a um dado ponto do projeto, é função do tempo de concentração respectivo, assim como da intensidade da chuva, cuja duração é suposta como sendo igual ao tempo de concentração em questão.

As condições de permeabilidade das superfícies permanecem constantes durante a ocorrência da chuva.

"O pico do deflúvio superficial direto ocorre quando toda a área de drenagem, a montante do ponto de projeto, passa a contribuir no escoamento."

(Manual de Projeto – Drenagem Urbana – DAEE/CETESB, pág. 144, 2ª ed., São Paulo, 1980).

2.1.5. Fórmula Racional

$$Q = c.i.A$$

Onde:

Q = deflúvio superficial direto máximo em l/s ou m³/s;

C = o coeficiente de "runoff", isto é, relação entre deflúvio superficial direto máximo em mm/min e a intensidade média da chuva também em mm/min;

i = a intensidade média da chuva em mm/min, para uma duração de chuva igual ao tempo de concentração da bacia em estudo. Esse tempo é, usualmente, o requerido pela água para escoar desde o ponto mais remoto da bacia até o local de interesse;

A = a área da bacia em hectares (ha) ou m².

(Manual de Projeto – Drenagem Urbana – DAEE/CETESB, pág. 144, 2ª ed., São Paulo, 1980)

2.1.6. Fórmula Racional Modificada

O cálculo da vazão de dimensionamento para bacias entre 50 e 100 Ha será baseado na fórmula Racional aplicada de um coeficiente de distribuição espacial das intensidades da chuva crítica, que será determinada a partir da Equação de Fhruling:

$$\frac{i}{i_0} = 1 - 0,009\sqrt{r}$$

Onde:

i é a intensidade à distância (*R*) do centro de chuva

*i*₀ é a intensidade no centro de chuva

r é dado em metros

A Fórmula só é válida para pequenas bacias (*R* < 12.000 m) e leva à seguinte intensidade de chuva média (*i*_m) considerando uma área circular:

$$i_m = i_0(1 - 0,0072\sqrt{R})$$

Dá-se ao valor $\frac{i_m}{i_0}$ o nome de coeficiente de distribuição.

Usa-se a mesma fórmula para as áreas não circulares sendo *R* a metade da maior dimensão da bacia em metros.

(Villela, Swami Marcondes e Mattos, Arthur – Hidrologia Aplicada – McGraw-Hill do Brasil, pág. 162, São Paulo, 1975)

$$f = 1 - 0,0072\sqrt{\frac{L}{2}}$$

Onde:

L = comprimento do talvegue (m);

$$Q = f.c.i.A$$

Onde:

Q = deflúvio superficial direto máximo em l/s ou m³/s;

f = coeficiente de distribuição;

C = o coeficiente de “runoff”, isto é, relação entre deflúvio superficial direto máximo em mm/min e a intensidade média da chuva também em mm/min;

i = a intensidade média da chuva em mm/min, para uma duração de chuva igual ao tempo de concentração da bacia em estudo. Esse tempo é, usualmente, o requerido pela água para escoar desde o ponto mais remoto da bacia até o local de interesse;

A = a área da bacia em hectares (ha) ou m².

2.1.7. Coeficiente de Escoamento Superficial (“runoff”)

O coeficiente de escoamento superficial adotado no projeto foi determinado através da ponderação entre as características da bacia de drenagem. Como as áreas da bacia são urbanizadas com construções, com calçadas e ruas pavimentadas, utilizou-se o valor de C=0,70.

2.1.8. Intensidade

“A intensidade é a quantidade de precipitação que ocorre na unidade de tempo (mm/min), para uma chuva de uma dada frequência e com uma duração igual ao tempo de concentração.”

(Manual de Projeto – Drenagem Urbana – DAEE/CETESB, pág. 146, 2ª ed., São Paulo, 1980)

Para a determinação da intensidade pluviométrica (I) foi utilizada a relação entre a intensidade, duração e frequência estabelecida por Francisco Martinez Júnior e Nelson Luiz Goi Magni, para a cidade de São Paulo, obtida a partir dos registros pluviográficos da estação IAG-USP – E3-035 e publicada no trabalho “Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo (Convênio DAEE/USP – junho/1999), discriminada a seguir:

$$I_{t,T} = 39,3015 \cdot (t + 20)^{-0,9228} + 10,1767 \cdot (t + 20)^{-0,8764} \cdot \left[-0,4653 - 0,8407 \cdot \ln \cdot \ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]$$

para $10 \leq t \leq 1440$

onde:

I = intensidade pluviométrica máxima, em mm por minuto;

T = período de recorrência, em anos;

t = duração da precipitação pluviométrica, em minutos.

O posto pluviométrico em questão tem as seguintes características:

Latitude: 23°39' S

Longitude: 46°38' W

Altitude: 780 m

Período de dados utilizados: 1933-1997 (65 anos)

A equação acima é válida para duração de chuva entre 10 e 1440 minutos. Para a duração de chuva será adotado o tempo de concentração da bacia.

2.1.9. Tempo de Concentração

Define-se o tempo de concentração como sendo o tempo que a uma gota d'água teórica leva para ir do ponto mais afastado da bacia, até o ponto de estudo. Para as áreas de contribuição deste projeto, o (tc) será calculado pela expressão de George Ribeiro, a saber:

$$tc = 10 + \frac{0,016.L}{i^{0,04}}$$

Onde :

L = extensão da bacia em metros (m);

i = declividade da extensão da bacia (%).

tc= tempo de concentração, em minutos;

2.2. Cálculo da Vazão de Contribuição

2.2.1. Cálculo da Vazão Ponto P1A

PLANILHA DE CÁLCULO DAS VAZÕES Método Racional e Racional Modificado

Local: CÓRREGO CADAVAL - PARQUE PLANALTO

Bacia: MDC

N: 7.393.508

Ponto Controle 1A E: 312.121

Tipo: Urbana Equação de Chuvas: São Paulo

Método Racional IAG/USP - E3-035/DAEE

Área A = 45,86 ha

Ext. Talvegue L = 1.200,00 m

Desnível do Talvegue (médio) ΔH = 63,00 m

Decl.Média Talvegue i = 5,25 %

Coef. de Escoamento c = 0,85

Tempo de Concentração t_c = 27,97 min

I = 1,866 mm/min TR= 25 anos

Intensidade de Precip. I = 2,068 mm/min TR= 50 anos

I = 2,269 mm/min TR= 100 anos

Fator de Modificação F = 1,000

Q_{25} = 12,120 m³/s TR= 25 anos

Vazão de Projeto Q_{50} = 13,440 m³/s TR= 50 anos

Q_{100} = 14,740 m³/s TR= 100 anos

2.2.2. Cálculo da Vazão Ponto P1B

PLANILHA DE CÁLCULO DAS VAZÕES Método Racional e Racional Modificado

Local: CÓRREGO CADAVAL - PARQUE PLANALTO

Bacia: MDC

N: 7.393.528

Ponto Controle **1B** E: 312.064

Tipo: Urbana Equação de Chuvas: São Paulo

Método Racional IAG/USP - E3-035/DAEE

Área A = 34,89 ha

Ext. Talvegue L = 1.050,00 m

Desnível do Talvegue (médio) ΔH = 63,00 m

Decl.Média Talvegue i = 6,00 %

Coef. de Escoamento c = 0,85

Tempo de Concentração t_c = 25,64 min

I = 1,952 mm/min TR= 25 anos

Intensidade de Precip. I = 2,163 mm/min TR= 50 anos

I = 2,373 mm/min TR= 100 anos

Fator de Modificação F = 1,000

Q_{25} = 9,650 m³/s TR= 25 anos

Vazão de Projeto Q_{50} = 10,690 m³/s TR= 50 anos

Q_{100} = 11,730 m³/s TR= 100 anos

2.2.3. Cálculo da Vazão Ponto P2

PLANILHA DE CÁLCULO DAS VAZÕES Método Racional e Racional Modificado

Local: CÓRREGO CADAVAL - PARQUE PLANALTO

Bacia: MDC

Ponto Controle 2 N: 7.393.973
E: 312.307

Tipo: Urbana Equação de Chuvas: São Paulo

Método Racional Modificado IAG/USP - E3-035/DAEE

			Área	c
Área	A =	106,20 ha	80,75	0,85
Ext. Talvegue	L =	1.200,00 m		
Desnível do Talvegue (médio)	ΔH =	63,00 m	25,45	0,85
Decl.Média Talvegue	i =	5,25 %		
Coef. de Escoamento	c =	0,85		

Tempo de Concentração t_c = 27,97 min

I = 1,866 mm/min TR= 25 anos

Intensidade de Precip. I = 2,068 mm/min TR= 50 anos

I = 2,269 mm/min TR= 100 anos

Fator de Modificação F = 0,824

Q_{25} = 23,130 m³/s TR= 25 anos

Vazão de Projeto Q_{50} = 25,640 m³/s TR= 50 anos

Q_{100} = 28,140 m³/s TR= 100 anos

2.2.4. Cálculo da Vazão Ponto P3

PLANILHA DE CÁLCULO DAS VAZÕES Método Racional e Racional Modificado

Local: CÓRREGO CADAVAL - PARQUE PLANALTO

Bacia: MDC

	N:	7.394.163	
Ponto Controle	3 E:	312.395	
Tipo:	Urbana	Equação de Chuvas: São Paulo	
Método Racional Modificado		IAG/USP - E3-035/DAEE	

			Área	c
Área	A =	110,78 ha	106,20	0,85
Ext. Talvegue	L =	1.700,00 m		
Desnível do Talvegue (médio)	ΔH =	70,00 m	4,58	0,85
Decl.Média Talvegue	i =	4,12 %		
Coef. de Escoamento	c =	0,85		

Tempo de Concentração t_c = 35,70 min

	I =	1,630 mm/min	TR= 25 anos
Intensidade de Precip.	I =	1,808 mm/min	TR= 50 anos
	I =	1,984 mm/min	TR= 100 anos

Fator de Modificação F = 0,790

	Q_{25} =	20,210 m³/s	TR= 25 anos
Vazão de Projeto	Q_{50} =	22,420 m³/s	TR= 50 anos
	Q_{100} =	24,600 m³/s	TR= 100 anos

2.3. Projeto Hidráulico

Os estudos hidráulicos foram realizados segundo os critérios a seguir, cujo dimensionamento foi baseado nos resultados obtidos dos estudos hidrológicos, as soluções técnicas foram elaborados segundo os critérios de projeto do Município de Carapicuíba.

2.3.1. Critérios

Para a verificação da capacidade de escoamento hidráulico, foi empregada a equação da continuidade, associada à fórmula de Chezy e coeficiente de Manning.

Equação da Continuidade:

$$Q = S \cdot V \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Onde:

S = seção de escoamento (m²)

V = velocidade de escoamento (m/s)

Fórmula de Chezy:

$$V = C \cdot \sqrt{Rh \cdot i} \quad \text{(m/s)}$$

Onde:

c = coeficiente de Manning;

Rh = raio hidráulico (m);

i = declividade longitudinal (m/m)

Coeficiente de Manning:

$$C = \frac{Rh^{1/6}}{n}$$

Onde:

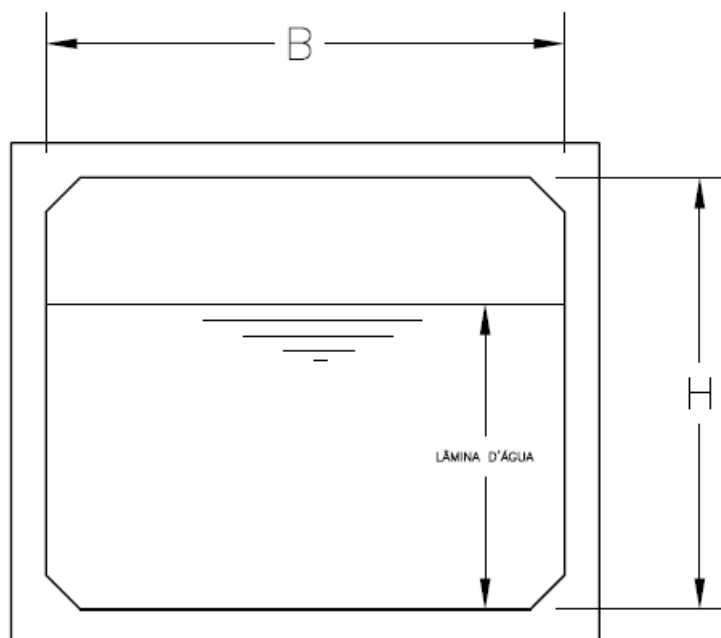
n = coeficiente de rugosidade de Manning é adotado conforme o material empregado no dispositivo, a saber:

✓ Galerias ou bueiros celulares de concreto	$n = 0,018$
✓ Galeria tubular em Concreto	$n = 0,015$
✓ Galeria tubular em PEAD	$n = 0,010$
✓ Galeria tubular em Concreto Projetado	$n = 0,020$
✓ Sarjeta urbana (com meio fio de concreto)	$n = 0,016$
✓ Pavimento de concreto asfáltico	$n = 0,020$
✓ Gabião	$n = 0,028$

R_h = raio hidráulico, que é a relação entre a área molhada e o perímetro molhado da seção considerada (m).

2.4. Dimensionamento Hidráulico

2.4.1. Dimensionamento da Galeria (P1) – Seção 2,50 x 2,50

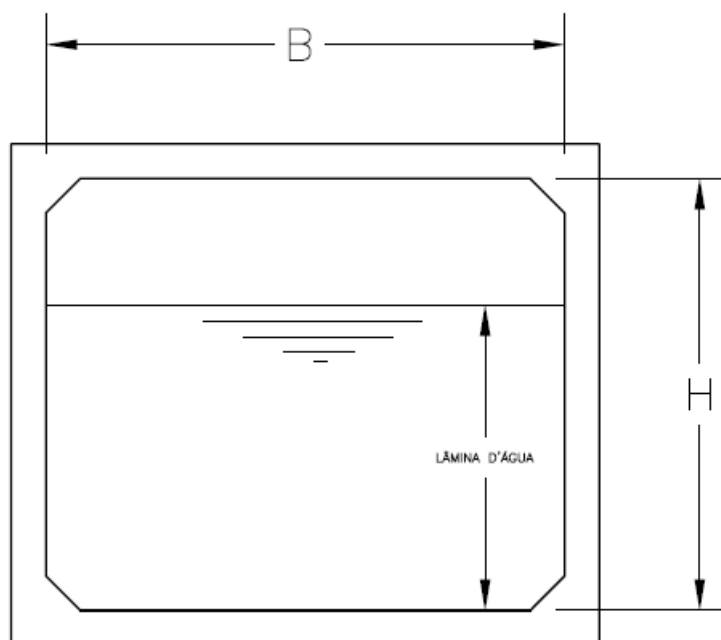


$$i = 0,0100 \text{ m/m}$$

$$n = 0,018$$

TR (anos)	Q (m ³ /s)	Base B (m)	Altura H (m)	Lâmina D'Água y (m)	Velocidade (m/s)	Borda Livre (m)
25	12,12	2,50	2,00	1,21	4,01	0,79
50	13,44	2,50	2,00	1,31	4,12	0,69
100	14,74	2,50	2,00	1,40	4,21	0,60

2.4.2. Dimensionamento da Galeria (P2) – Seção 2,50 x 2,50



$i = 0,005 \text{ m/m}$

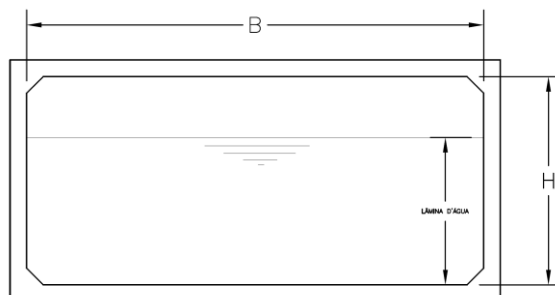
$n = 0,018$

TR (anos)	Q (m ³ /s)	Base B (m)	Altura H (m)	Lâmina D'Água y (m)	Velocidade (m/s)	Borda Livre (m)
25	9,65	2,50	2,00	1,32	2,92	0,68
50	10,69	2,50	2,00	1,42	3,00	0,58
100	11,73	2,50	2,00	1,53	3,06	0,47

2.4.3. Dimensionamento Hidráulico – “Tunnel Liner”

LOCAL:		GALERIA DO PARQUE PLANALTO - Tunnel Liner										PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS														Estação de Chuvas São Paulo									
TRECHO	ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO (m²)	TRECHO	TRECHO	COEF. ESCAL. C	f	TR anos	Tc (mm)	INTENSIDADE (mm/min)	VAZÃO (m³/s)	DIÂMETRO (m)	COMPRIMENTO (m)	DECLIVIDADE (‰)	η 0,020	TRANSE			VELOC. (m/s)		TERRENO		COTA DA GALERIA (m)		PROFUNDIDADE (m)		TIPO TUBO	OBSERVAÇÕES									
														Y/D	Y (m)	T	MONTANTE	JUSANTE	DE CL. (%)	MONTANTE	JUSANTE	MONTANTE	JUSANTE												
TR-1.02	106.20	0.85	0.824		27.97	2.270	28.141	3.00	60.00	0.0100				0.78	2.34	4.70	98.358	98.882	0.80	94.560	93.960														
TR-1.03	106.20	0.85	0.824		27.97	2.270	28.141	3.00	76.00	0.0100				0.78	2.34	4.70	98.882	98.844	0.10	93.960	93.200														
TR-1.04	106.20	0.85	0.790		27.97	2.270	26.980	3.00	22.00	0.0100				0.76	2.28	4.70	98.844	98.872	-0.10	93.200	92.980	1.000													
SHAFT-1.05	106.20	0.85	0.790		27.97	2.270	26.980	3.00	60.00	0.0100				0.76	2.28	4.70	98.872	97.936	1.60	92.000	91.400														
SHAFT-1.06	106.20	0.85	0.790		27.97	2.270	26.980	3.00	60.00	0.0100				0.76	2.28	4.70	97.936	95.813	3.50	91.400	90.800														
SHAFT-1.07	106.20	0.85	0.790		27.97	2.270	26.980	3.00	38.00	0.0100				0.76	2.28	4.70	95.813	95.147	3.30	90.800	90.420														
SHAFT-1.08	106.20	0.85	0.790		27.97	2.270	26.980	3.00	42.00	0.0100				0.76	2.28	4.70	95.147	93.360	4.30	90.420	90.000														
SHAFT-1.09	106.20	0.85	0.790		27.97	2.270	26.980	3.00	60.00	0.0100				0.76	2.28	4.70	93.360	92.838	0.90	90.000	89.400	0.700													
SHAFT-1.10	106.20	0.85	0.790		27.97	2.270	26.980	3.00	60.00	0.0100				0.76	2.28	4.70	92.838																		

2.4.4. Dimensionamento da Galeria (P3) – Seção 3,50 x 2,50



$$i = 0,0060 \text{ m/m}$$

$$n = 0,018$$

TR (anos)	Q (m ³ /s)	Base B (m)	Altura H (m)	Lâmina D'Água y (m)	Velocidade (m/s)	Borda Livre (m)
25	20,21	3,50	2,50	1,53	3,76	0,97
50	22,42	3,50	2,50	1,66	3,87	0,84
100	24,60	3,50	2,50	1,78	3,96	0,72