

MEMORIAL DE CÁLCULO (REDE DE DRENAGEM)

Requerente:
PREFEITURA MUNICIPAL DE BOITUVA
CNPJ: 46.634.499/0001-90

Localização: Avenida Joaquim Trujilo
Município: Boituva – SP

Micro Bacia Hidrográfica: Médio Tietê Superior
Sorocaba Médio Tietê - UGRHI 10

Responsável Técnico:
Eng. Luis Caetano da Silva Schincariol
Crea: 5060730906

JANEIRO / 2024
BOITUVA - SP

1. Introdução

Objetivo

O presente projeto refere-se a reforma de uma travessia existente localizada na Avenida Joaquim Trujilo, Município de Boituva, vide área de drenagem em planta. E compreende a captação e lançamento do escoamento superficial no ponto baixo localizado na avenida. Em função das obras, será considerada a demolição e reconstrução do pavimento, guias e sarjetas da região em questão.

Localização

O referido empreendimento está localizado no Município de Boituva, Estado de São Paulo.

Topografia

O projeto de Drenagem foi desenvolvido sobre a fotografia aérea e levantamento topográfico, na escala 1:1.000.

Classificação

A travessia foi projetada para a água escoada pelas bacias locais. A área total de escoamento tem 6,085 Km² (608,85 Ha).

Área a ser atendida

A travessia objeto do projeto se encontra em uma bacia de 6,085 km². Os estudos a seguir foram realizados com base em mapa planialtimétrico do IBGE; Cartas do IGC na escala 1:5.000.

Vide detalhes em planta.

2. Cálculo da Vazão de Cheia

2.1. Metodologia de Cálculo

Para o cálculo das vazões máximas de cheia utilizou-se o Método I-PAI-WU, devido ao tamanho da bacia ($2 < AD < 200 \text{ km}^2$), de acordo com o tamanho das bacias de contribuição e período de retorno de 500 anos, em atendimento as Instruções Técnicas DPO nº 02 e nº 03.

Fonte: Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas, pag. 14, DAEE

2.2. Tempo de Concentração

Calculado através da fórmula empírica do “California Culverts Practice”:

$$(EQ. 1) \quad T_c = 57 \cdot \left(\frac{L^2}{S}\right)^{0,385} \quad [\text{minutos}]$$

Onde:

- L = Comprimento do talvegue [km];
- S = Declividade equivalente do talvegue $\left[\frac{m}{km}\right]$;
- T_c = Tempo de concentração da bacia [minutos];

Uso	L [km]	S [m/km]	Tc [min]
Travessia 1	2,52	28	46

Fonte: Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas, pag. 18, DAEE

2.3. Fator de forma

Calculado através da a expressão a seguir:

$$(EQ. 2) \quad F = \frac{L}{2 * \left(\frac{A}{\pi}\right)^{0,5}}$$

Onde:

- L = Comprimento do talvegue [km];
- A = área da bacia [km²];
- F = Fator da forma [adimensional];

Uso	L [km]	A [km ²]	F
Travessia 1	2,52	6,08	0,89

Fonte: Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas, DAEE.

2.4. Coeficiente de Forma (C1)

Calculado através da a expressão a seguir:

$$(EQ. 3) \quad C1 = \frac{4}{2 * F}$$

Onde:

- $C1$ = Coeficiente de forma [adimensional];
- F = Fator da forma [adimensional];

Uso	C1
Travessia 1	1,38

Fonte: Drenagem urbana, Manual de projeto, DAEE.

2.5. Coeficiente de grau de impermeabilização (C2)

O coeficiente C é função da permeabilidade do solo, da declividade do terreno, do uso da terra, revestimento vegetal e urbanização da bacia. Dessa forma, será adotado o coeficiente $C = 0,70$

O valor do coeficiente foi definido seguindo a seguinte fonte: **Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas, DAEE, pag. 16, Tabela 1.**

2.6. Coeficiente de escoamento superficial

Calculado através da a expressão a seguir:

$$(EQ. 4) \quad C = \frac{2}{1+F} * \frac{C2}{C1}$$

Onde:

- $C =$ Coeficiente de forma [adimensional];

Uso	C
Travessia 1	0,53

fonte: Drenagem urbana, Manual de projeto, DAEE.

2.7. Coeficiente de distribuição espacial da Chuva (K)

O coeficiente é obtido através da seguinte tabela:



Uso	K1
Travessia 1	1,00

fonte: Drenagem urbana, Manual de projeto, DAEE.

2.8. Intensidade da Chuva de Projeto

De acordo com o manual de equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo, utilizou-se a equação de chuva intensa do município mais próximo de Capela do alto, ou seja, o município de Tatuí. **Estação Campo do Paiol – E5-062R**

Segue abaixo a equação:

(EQ.5)

$$I = \left\{ 19,25 \cdot (Tc + 20)^{-0,7872} + 5,511 \cdot (Tc + 20)^{-0,7609} \cdot \left[-0,4766 - 0,8977 \cdot \ln \ln \left(\frac{T}{1} \right) \right] \right\} \cdot \ln \ln \left(\frac{T}{1} \right)$$

[mm/h]

Sendo:

- $Tc =$ Tempo de concentração [46 min];
- $T =$ Período de retorno [500 anos].

Uso	I [mm/h]
I	114,01

Fonte.: Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo, DAEE.

2.9. Vazão Máxima de Cheia

A vazão máxima de cheia, igualmente definida para todas as travessias, é determinada através da seguinte equação:

$$(EQ.6) Q = 0,2778 \cdot C \cdot I \cdot K \cdot A^{0,9}$$

Onde:

- $Q = \text{Vazão de cheia} \left[\frac{m^3}{s} \right];$
- $C = \text{Coeficiente de escoamento superficial};$
- $I = \text{Intensidade da precipitação} \left[\frac{mm}{h} \right];$
- $Ad = \text{Área de drenagem da bacia} [Km^2].$
- $K = \text{Coeficiente de distribuição esp. da Chuva} [Adimensional].$

Uso	Q [m³/s]
Travessia 1	85,97

Fonte: AZEVEDO, N e MIGUEL, F. MANUAL DE HIDRÁULICA. 9ª Edição, pag. 472.

3. Estruturas Hidráulicas da Travessia

A travessia a ser construída terá como premissa a utilização de aduelas retangulares de concreto. Será prevista uma estrutura para regularização da vazão e também uma estrutura para evitar erosões.

Os critérios estabelecidos para os cálculos do dimensionamento da estrutura estão apresentados a seguir:

Considerou-se a travessia com uma seção retangular com baixo coeficiente de rugosidade, devido às características do concreto pré-moldado.

Equação geral para vertedor retangular:

$$(EQ. 7) \quad Q = \frac{Am \times Rh^{2/3} \times I^{0,5}}{n}$$

Onde:

- $Q = \text{Vazão de cheia} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$ (para $T = 500$ anos);
- $n = \text{Coeficiente de rugosidade} [0,015 \text{ Adimensional}]$;
- $Am = \text{Área molhada} [\text{m}^2]$;
- $Rh = \text{Raio Hidraulico} [\text{m}]$;
- $I = \text{Inclinação} \left[0,005 \frac{\text{m}}{\text{m}} \right]$.

Uso	L [m]	Am [m ²]	Pm [m]	Rh [m]	Q _{proj.} [m ³ /s]	H LAM. [m]
Travessia 1	10	13,87	21,39	0,65	85,97	1,39

O cálculo da velocidade foi realizado através da equação da continuidade:

$$(EQ. 8) \quad V = \frac{Q_p}{Am}$$

Uso	V [m/s]
Travessia 1	6,20

Fonte: AZEVEDO, N e MIGUEL, F. MANUAL DE HIDRÁULICA. 9ª Edição, CAP. B-I.3 “galerias”.

4. Estrutura de Lançamento:

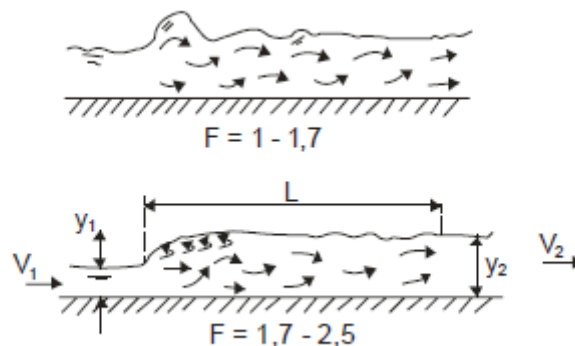
A jusante da travessia será construída estruturas de lançamento, de modo a compatibilizar a passagem da vazão de cheia para as respectivas seções naturais dos cursos d'água. Os cálculos foram realizados com base no Manual de drenagem do DENIT.

Segundo experiências elaboradas pelo Bureau of Reclamation – USA, o ressalto hidráulico que ocorre na bacia de amortecimento é função da variação

do número de Froude. E a determinação deste ressalto hidráulico permitirá o dimensionamento do dispositivo.

Para o número de Froude até 1,7, não há necessidade de preocupações, pois haverá apenas pequena turbulência superfície da água.

Para o número de Froude entre 1,7 e 2,5 e entre 4,5 e 9,0 o efeito amortecedor para o ressalto que se forma pode ser feito através de uma bacia de amortecimento horizontal lisa de concreto, calculada através de experiências do BPR.



O cálculo do número de Froude:

$$(EQ. 9) F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{(g \times Y_1)}}$$

Onde:

- $V = \text{Velocidade} \left[\frac{m}{s} \right];$
- $g = \text{força da gravidade} \left[9,81 \frac{m}{s^2} \right];$
- $Y_1 = \text{Altura da lâmina d'água} [m];$

Uso	F_1
TRAVESSIA1	1,68

O cálculo do ressalto hidráulico:

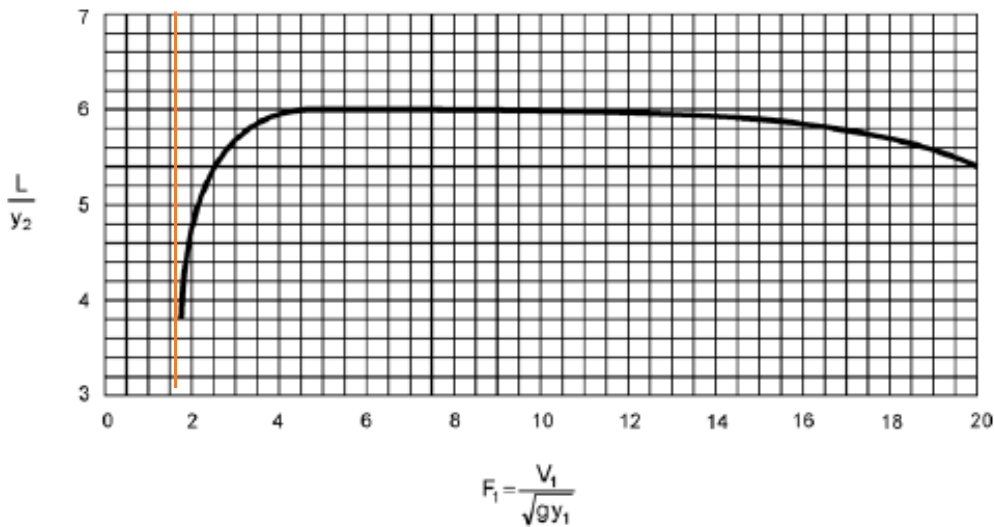
$$(EQ. 10) \quad \frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \times \left(\sqrt{1 + 8F_1^2} \right) - 1$$

Onde:

- $V = \text{Velocidade} \left[\frac{m}{s} \right];$
- $L = \text{Comprimento do ressalto} [m];$
- $g = \text{força da gravidade} \left[9,81 \frac{m}{s^2} \right];$
- $Y_1 = \text{Altura da lamina d'água} [m];$
- $Y_2 = \text{Altura do ressalto hidraulico} [m].$

Uso	Y_2
TRAVESSIA 1	1,98

A longitude do ressalto, e, por conseguinte o comprimento da bacia de amortecimento, baseado em experiências de laboratório do BPR.



Uso	L
TRAV. 1	0,00

Obs.: segundo a literatura devido ao fato do coeficiente de froude ser menor que 1,7, não há necessidade de uma implantação de uma estrutura de dissipação para o lançamento.

É recomendável a utilização de dissipador tipo "rip-rap" na saída das bacias de amortecimento, saída de bueiros, e na saída de outros dispositivos cuja velocidade da água não comprometa seriamente o terreno natural, justificando neste caso o projeto completo de uma bacia de amortecimento.

A extensão do "rip-rap", deve ser adequada para a velocidade e volume d'água que sai do dissipador e as condições do leito a jusante. Deve ser construído com as pedras dispostas em desordem, as quais devem possuir formas irregulares e seus diâmetros resultam de um cálculo determinado pelas curvas do gráfico a seguir.

5. DIMENSIONAMENTO REDE DE DRENAGEM

5.1. Dispositivos

O sistema de drenagem, ou de micro drenagem de águas pluviais será composto dos seguintes dispositivos:

Sarjetas: Canais longitudinais, triangulares, situados entre a guia e a pista de rolamento, destinado a coletar e conduzir as águas de escoamento superficial até os pontos de coleta.

Pavimentação: como o local referido já está pavimentado, a pavimentação será feita com uma sub-base de brita granulada e superficialmente uma camada de concreto betuminoso usinado quente.

Bocas de Leão (BL): Também denominadas de bocas coletoras, são estruturas destinadas à captação das águas superficiais transportadas pelas sarjetas.

Ligações Boca de leão: Tubo de ligação ou tubo conector que conduz a água captada em bocas de leão até outras bocas de leão, evitando a utilização de poços visitáveis, simplificando a obra e reduzindo os custos de implantação.

Galerias Coletoras: São condutos destinados ao transporte das águas captadas nas bocas coletoras até os pontos de lançamento; tecnicamente denominadas de galerias.

Muro de ala: Estrutura cuja função é o lançamento das águas, no final dessa estrutura há um trecho enrocamento com gabião, onde ocorre a dissipação da energia da água coletada para o lançamento.

5.2. Cálculo da Vazão de Cheia

5.2.1. Metodologia de Cálculo

As águas de drenagem superficial são fundamentalmente originárias de precipitações pluviométricas, cujos possíveis transtornos que seriam provocados pelos escoamentos, devem ser neutralizados pelos sistemas de drenagem pluviais.

Na drenagem urbana, os dados históricos de vazões a serem utilizados no projeto de um determinado dispositivo, em geral, não são disponíveis e, ainda que disponíveis, são de pouca utilidade, visto que a ocupação de uma bacia hidrográfica é dinâmica, o que modifica significativamente o escoamento superficial ao longo do tempo.

As chuvas, por outro lado, são mais facilmente obtidas e o efeito da urbanização nas suas características são secundários; consistem, portanto, até certo ponto, em séries estacionárias, sendo, mais apropriadas para a utilização na drenagem urbana. Emprega-se deste modo, metodologias de transformação de chuva em vazão.

5.3. Método de Cálculo das Vazões

Utilizaremos o Método Racional para cálculo das vazões de chuva que correrão pelas ruas.

O Método Racional traz resultados bastante aceitáveis para o estudo de pequenas bacias (áreas com até 100 hectares), de conformação comum, tendo em vista a sua simplicidade de operação bem como da inexistência de um método de melhor confiabilidade para situações desta natureza.

Menores erros funcionais advirão da maior acuidade na determinação dos coeficientes de escoamento superficial e dos demais parâmetros necessários para determinação das vazões que influirão diretamente nas dimensões das obras do sistema a ser implantado.

O **Método Racional** relaciona evidentemente a precipitação com o deflúvio, considerando as principais características da bacia, tais como área, permeabilidade, forma, declividade média, etc., sendo a vazão de dimensionamento calculada pela seguinte expressão:

$$(EQ. 1) \quad Q = C \cdot I \cdot Ad$$

Onde:

- $Q = \text{Vazão de cheia} \left[\frac{m^3}{s} \right];$
- $C = \text{Coeficiente de escoamento superficial};$
- $I = \text{Intensidade da precipitação} \left[\frac{mm}{h} \rightarrow \frac{m}{s} \right];$
- $Ad = \text{Área de drenagem da bacia} [ha \rightarrow m^2].$

Fonte: AZEVEDO, N e MIGUEL, F. MANUAL DE HIDRÁULICA. 9ª Edição, pag. 472.

COEFICIENTE DE RUNOFF (DEFLÚVIO):

O coeficiente C é função da permeabilidade do solo, da declividade do terreno, do uso da terra, revestimento vegetal e urbanização da bacia. Dessa forma, será adotado o coeficiente $C = 0,70$

O valor do coeficiente foi definido seguindo a seguinte fonte: **AZEVEDO, N e MIGUEL, F. MANUAL DE HIDRÁULICA. 9ª Edição, Pg. 470, tabela b-l.3.3-a.**

5.4. Tempo de Retorno

O tempo de recorrência (T), é o tempo, em anos, que uma chuva de determinada intensidade tem probabilidade de ocorrer pelo menos uma vez.

Refere-se ao intervalo de tempo onde determinada chuva de projeto é igualada ou suplantada estatisticamente; também conhecido como período de recorrência ou de retorno. Para obras de micro drenagem varia de 2 a 10 anos. Adotaremos o retorno de 25 anos para sarjetas e 25 anos para as galerias.

Fonte: Diretrizes de projeto de hidráulica e drenagem:

5.5. Tempo de Concentração

O tempo de concentração (TC), é o tempo em min, é definido como o tempo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial num determinado ponto de controle.

Refere-se ao menor tempo necessário para que toda a bacia de drenagem possa contribuir para a seção em estudo, durante uma precipitação torrencial. Adotamos $T_c = 10$ minutos.

Fonte: Diretrizes de projeto de hidráulica e drenagem

5.6. Intensidade da Chuva de Projeto

De acordo com o manual de equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo, utilizou-se a equação de chuva intensa do município mais próximo de Capela do alto, ou seja, o município de Tatuí, com período de retorno de 25 anos. **Estação Campo do Paiol – E5-062R**

Segue abaixo a equação:

(EQ.2)

$$I = \left\{ 19,25 \cdot (T_c + 20)^{-0,7872} + 5,511 \cdot (T_c + 20)^{-0,7609} \cdot \left[-0,4766 - 0,8977 \cdot \ln \ln \frac{T}{T_0} \right] \right\} \cdot \ln \ln \frac{T}{T_0}$$

[mm/h]

Sendo:

- $T_c =$ Tempo de concentração [10 min];
- $T =$ Período de retorno [25 anos].

Uso	I [mm/h]
I	141,00

Fonte.: Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo.

5.7. Boca de Leão

Por segurança consideraremos para cálculo da capacidade de vazão da boca-de-lobo, seu funcionamento como vertedor. Onde a lâmina d'água Y é mais baixa que a altura h da abertura sob a guia. Dessa forma a capacidade de engolimento pode ser calculada como um vertedor de parede espessa.

Conforme pode ser constatado no desenho anexo, a abertura sob a guia tem 1,00 m de largura e altura de 0,15m. Para cálculo como vertedor, que vem a ser a situação mais desfavorável quanto à capacidade de vazão consideramos a altura da lâmina d'água $h = 0,13$ m.

Assim, utilizando-se a equação de vazão para vertedores de parede espessa:

$$(EQ.3) \quad Q = 1,71 \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

Onde:

- $Q = \text{Vazão de engolia} \left[\frac{m^3}{s} \right];$
- $L = \text{comprimento abertura [m] /perimetro [m]};$
- $H = \text{altura da água [m]}.$

Fonte: AZEVEDO, N e MIGUEL, F. MANUAL DE HIDRÁULICA. 9ª Edição, pag. 479.

Uso	Q [m³/s]
Boca de Leão	0,288
Boca de Leão Dupla	0,577
Boca de Leão Tripla	0,865

FATOR REDUÇÃO		
localização	tipo	Porcentagem da capacidade efetiva
Ponto baixo	meio fio	80
	grelha	50
	combinado	65
Ponto Intermediario	meio fio	80
	grelha	60
	combinado	60

5.8. Dimensionamento das Tubulações dos Ramais e Galerias

Para prevenir entupimentos com detritos, serão utilizados tubos de concreto simples com declividade mínima de 1 % em galerias e de diâmetro mínimo de 0,60 m. Em ramais, diâmetro mínimo de 400 mm e declividade mínima de 1,0%. A fixação desse diâmetro cria uma capacidade de esgotamento bem superior à capacidade de engolimento da boca de lobo, mas facilita sua limpeza e manutenção.

Utilizaremos a fórmula de Manning para a determinação da vazão máxima (Q):

$$(EQ.4) \quad Q = \frac{Am \times Rh^{2/3} \times I^{0,5}}{n}$$

Onde:

- $Q =$ Vazão de cheia $\left[\frac{m^3}{s} \right]$ (para $T = 25$ anos);
- $n =$ Coeficiente de rugosidade [0,015 Adimensional];
- $Am =$ Área molhada [m^2];
- $Rh =$ Raio Hidraulico [m];

- $I = \text{Inclinação} \left[\frac{m}{m} \right]$.

O cálculo da velocidade foi realizado através da equação da continuidade:

$$(EQ. 5) V = \frac{Q_p}{Am}$$

- $Q = \text{Vazão de cheia} \left[\frac{m^3}{s} \right]$;
- $V = \text{Velocidade} \left[\frac{m}{s} \right]$;
- $Am = \text{Área molhada} [m^2]$;

Fonte: AZEVEDO, N e MIGUEL, F. MANUAL DE HIDRÁULICA. 9ª Edição, CAP. B-1.3 “galerias”.

O diâmetro mínimo será Ø 0,60m, executado em tubulação de concreto armado, com os mesmos procedimentos construtivos do condutor principal.

A capacidade de vazão das tubulações será calculada pela equação de Manning.

Para o dimensionamento das galerias serão adotados os mesmos parâmetros utilizados para cálculo das Sarjetas.

O cálculo da Galeria levará em conta os seguintes parâmetros: Para a canalização principal, os critérios de dimensionamento são: para seções circulares, admitiremos que eles possam trabalhar até a seção plena;

- O diâmetro mínimo da canalização principal será de 0,60 m;
- Os tubos serão de concreto simples PA-4;
- As velocidades ideais de escoamento serão: mínima 0,60 m/s e máxima de 6,50 m/s; **EVITANDO EROSÃO NA GALERIA.**

- Os tubos terão enchimento máximo de 75% da seção;

O cálculo hidráulico de galerias se fará no **regime uniforme**, ou seja, admite-se que de cada trecho de galeria não haverá variação de velocidades de escoamento e de lâmina de água no tempo, enquanto este trecho funcionar com a vazão de projeto.

Como todas as bacias que contribuem para as sarjetas têm características de impermeabilização semelhantes será utilizado o mesmo coeficiente de infiltração C.

5.9. Dimensionamento das Sarjetas

São calhas formadas por faixas da via pública e o meio fio (guia), e comportam-se como canis de seção triangular. Será considerado para o seu dimensionamento a sua capacidade máxima de transporte para comparação com a vazão originada pela chuva de projeto. Adotando um coeficiente de manning de 0,015 para concreto rústico, altura máxima de 13cm.

Utilizaremos a fórmula de Manning para a determinação da vazão máxima (Q), **eq.4** já apresentada anteriormente.

Fonte: AZEVEDO, N e MIGUEL, F. MANUAL DE HIDRÁULICA. 9º Edição, CAP. B-I.3 “galerias”.

Dimensionamento Hidráulico															
Trecho	Comp.	Cota do Terreno	Cota do Coletor	Prof. do Col.	Área contri.	Decliv	Coef Maning	Vazão Pluvial (eq.3)	Diam.	H. Lam.	A.M.	P.M.	R.H.	Vazão Ramais (eq.4)	Vel. (eq.5)
		Mont Jus	Mont Jus	Mont Jus											
-	(m)	(m)	(m)	(m)	(ha)	(m / m)	-	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m ³ /s)	(m/s)
BLD10-BL2	7,50	552,41 552,35	550,91 550,85	1,50 1,50	0,93	0,008	0,015	0,255	0,60	0,31	0,15	0,97	0,15	0,254	1,7
BL2-BL3	6,41	552,35 552,25	550,85 550,75	1,50 1,50	0,93	0,016	0,015	0,255	0,60	0,26	0,12	0,86	0,14	0,255	2,2
BL3-BLD11	7,50	552,25 552,21	552,21 550,61	1,50 1,60	1,91	0,213	0,015	0,524	0,60	0,19	0,08	0,71	0,11	0,524	6,9
BLD11-PV4	3,29	552,21 551,50	550,61 550,00	1,60 1,50	1,91	0,185	0,015	0,524	0,60	0,20	0,08	0,73	0,11	0,524	6,6
PV4-ALA1	19,73	551,50 548,20	548,40 548,20	3,10 0,00	1,91	0,010	0,015	0,524	0,60	0,48	0,24	1,33	0,18	0,524	2,2
BLD1-BL1	11,42	553,80 552,90	552,30 551,40	1,50 1,50	1,95	0,079	0,015	0,535	0,60	0,25	0,11	0,84	0,13	0,535	4,8
BL1-PV1	25,20	552,90 552,16	551,40 550,66	1,50 1,50	2,65	0,029	0,015	0,727	0,60	0,40	0,20	1,16	0,18	0,726	3,6
BLD2-PV1	11,42	552,29 552,16	550,79 550,66	1,50 1,50	2,65	0,011	0,015	0,727	0,80	0,44	0,29	1,34	0,21	0,727	2,5
PV1-BLD-3	9,53	552,16 552,02	550,66 550,52	1,50 1,50	2,65	0,015	0,015	0,727	0,80	0,41	0,26	1,28	0,20	0,726	2,8
BLD3-BLT2	14,75	551,97 551,88	550,27 550,13	1,70 1,75	2,65	0,009	0,015	0,727	0,80	0,47	0,31	1,40	0,22	0,727	2,4
BLT1-BLD7	7,70	556,25 556,20	554,75 554,70	1,50 1,50	1,30	0,006	0,015	0,356	0,60	0,42	0,21	1,18	0,18	0,356	1,7
BLD7-BLD8	18,25	556,20 556,70	554,70 554,30	1,50 2,40	4,95	0,022	0,015	1,357	0,80	0,54	0,36	1,55	0,23	1,357	3,8
BLD8-PV2	16,31	556,70 555,30	554,30 553,80	2,40 1,50	4,95	0,031	0,015	1,357	0,80	0,48	0,32	1,42	0,22	1,357	4,3
BLD9-PV2	16,30	556,60 555,30	555,10 553,80	1,50 1,50	1,87	0,080	0,015	0,513	0,60	0,24	0,11	0,83	0,13	0,513	4,8
PV2-PV3	28,52	555,30 553,20	553,80 551,70	1,50 1,50	6,82	0,074	0,015	1,870	0,80	0,45	0,29	1,35	0,21	1,870	6,5
PV3-PV4	25,94	553,20 552,48	551,70 550,48	1,50 2,00	6,82	0,047	0,015	1,870	0,80	0,52	0,34	1,50	0,23	1,869	5,4
BLD4-BLD5	15,34	552,48 552,40	550,98 550,90	1,50 1,50	1,30	0,005	0,015	0,356	0,80	0,37	0,22	1,19	0,19	0,356	1,6
BLD5-BLD6	16,74	552,40 552,45	550,90 550,75	1,50 1,70	6,82	0,009	0,015	1,870	1,00	0,78	0,66	2,16	0,30	1,870	2,9
BLD6-PV4	8,12	552,45 552,48	550,75 550,48	1,70 2,00	6,82	0,033	0,015	1,870	1,00	0,50	0,39	1,56	0,25	1,870	4,8
PV4-BLT2	11,42	552,48 551,88	550,48 549,98	2,00 1,90	6,82	0,044	0,015	1,870	1,00	0,46	0,35	1,49	0,24	1,869	5,3
BLT2-PV5	5,80	551,88 550,00	548,88 548,50	3,00 1,50	9,47	0,066	0,015	2,596	1,00	0,49	0,39	1,56	0,25	2,596	6,7
PV5-ALA2	10,76	550,00 546,20	546,30 546,20	3,70 0,00	9,47	0,009	0,015	2,596	1,20	0,81	0,81	2,31	0,35	2,596	3,2

Tabela de Captação do Escoamento Superficial					
Trecho	Decl.	Área	Vazão Pluvial (eq.1)	Quant. Dispositivos Captação	Vazão Engolia (item 5.7)
-	(m / m)	(Ha)	(m ³ /s)	-	-
AD 1	0,072	0,93	0,2549	1 BLD + 1 BL	0,5194
AD 2	0,072	0,98	0,2686	1 BLT + 1 BL	0,5194
AD 3	0,071	1,87	0,5126	1 BLD + 1 BLT 1	0,8656

AD 4	0,071	3,65	1,000 6	5 BLD	1,7313
AD 5	0,019	0,7	0,191 9	1 BL + 1 BLD	0,5184
AD 6	0,019	1,95	0,534 6	2 BLD	0,6925
AD 7	0,069	1,3	0,356 4	1 BLT	0,5184

6. Assinaturas

Proprietário

Prefeitura Municipal de Boituva
CNPJ N°: 46.634.499/0001-90

Responsável Técnico

Luis Caetano da Silva Schincariol
Eng° Civil CREA N°: 5060730906
ART N°: 2620240012594

7. Referência

ASCE. **Design and construction of sanitary and storm sewers**. Manuals and Reports of Engineering Practice n. 37. New York: 1969.

AZEVEDO, N e MIGUEL, F. **Manual de hidráulica**. 9º Edição.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Drenagem urbana**: manual de projeto. 3 ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo**. Edição revisada. São Paulo: DAEE, 1999.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas**. 3 ed. São Paulo: DAEE, 2008.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Manual de cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE, 1994.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Precipitações intensas na bacia do Alto Tietê**. São Paulo: DAEE, 2015.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Precipitações intensas no Estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE, 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Manual de drenagem de rodovias**. Rio de Janeiro :DNIT.2006.

NR 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção;

NBR 8890/2007: Fornecimento de Tubos de Concreto Armado, para Águas Pluviais;

NBR 9794/1987: Tubos de Concreto Armado de Seção Circular para Águas Pluviais;

NBR 11171/1990: Serviço de Pavimentação Asfáltica;

NBR 12266/1992: Projeto e Execução de Valas para Assentamento de Tubulação de Água, Esgoto ou Drenagem Urbana;

NBR 15645/2020: Execução de Obras utilizando Tubos e Aduelas Pré-Moldados em Concreto; Requisitos e Métodos de ensaios em solo:

NBR 5681/2015: Controle Tecnológico da Execução de Aterros em Obras de Edificações;

NBR 6459/2019: Solo – Prova de Carga Estática em Fundação Direta;

NBR 7180/2016: Solo – Determinação do Limite de Plasticidade;

NBR 7181/2018: Solo – Análise Granulométrica;

NBR 7182/2020: Solo – Ensaio de Compactação; Execução do muro de ala:

NBR 6118/2014: Projeto de Estruturas de Concreto;

NBR 8681/2004: Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento;

NBR 6122/2010: Projeto e Execução de Fundações;

NBR 16920-1/2021: Muros e Taludes em Solos Reforçados;

NBR 11682/2009: Estabilidade de Encostas.

SÃO PAULO, Prefeitura do Município de. Secretaria de Vias Públicas. Superintendências de Projetos e de Obras. **DP-H06 - Diretrizes de projeto de hidráulica e drenagem**: diretrizes de projeto para estudos hidrológicos - método de I-Pai-Wu. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, 1999.

TUCCI, Carlos E. M.; SILVEIRA, André L. L. da. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. 2 ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil Ltda, 1980.

WILKEN, P.S. **Engenharia de drenagem superficial**. 1 ed. São Paulo: CETESB, 1978.



VERIFICAÇÃO DAS ASSINATURAS



Código para verificação: 73BC-DC3F-4264-27EA

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

- ✓ LUIS CAETANO DA SILVA SCHINCARIOL (CPF 167.XXX.XXX-52) em 11/01/2024 16:46:28 (GMT-03:00)
Papel: Assinante
Emitido por: AC ONLINE RFB v5 << AC Secretaria da Receita Federal do Brasil v4 << Autoridade Certificadora Raiz Brasileira v5 (Assinatura ICP-Brasil)
- ✓ EDSON JOSÉ MARCUSSO (CPF 984.XXX.XXX-15) em 11/01/2024 16:57:01 (GMT-03:00)
Papel: Assinante
Emitido por: Sub-Autoridade Certificadora 1Doc (Assinatura 1Doc)

Para verificar a validade das assinaturas, acesse a Central de Verificação por meio do link:

<https://boituva.1doc.com.br/verificacao/73BC-DC3F-4264-27EA>