



PREFEITURA DE CAMPOS DO JORDÃO



MEMORIAL DESCRITIVO MICRODRENAGEM

PROJETO DE DRENAGEM – TRAVESSA TICO-TICO, BAIRRO

BRITADOR

LOCAL: Travessa Tico-Tico, Campos do Jordão/SP.

ARQUIVO: 2876-MM-TicoTico-R00

REFERÊNCIA: dezembro/2023



SUMÁRIO

1. OBJETIVO	4
2. ÁREA DO ESTUDO.....	4
3. DADOS HIDROLÓGICOS CIDADE DE CAMPOS DO JORDÃO / SP	6
4. INTENSIDADE DA CHUVA DE PROJETO	7
4.1. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	8
4.2. DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE IT,TR.....	9
5. CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO	10
5.1. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DIRETO (C).....	11
5.2. VALOR DA VAZÃO MÁXIMA	11
5.3. TUBULAÇÃO E VALETAS DE DRENAGEM	11



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	4
FIGURA 2 – RUA TICO-TICO, ÁREA A MONTANTE A SER UTILIZADA COMO CONTRIBUIÇÃO – 15.140M ²	5
FIGURA 3 - HIDROLOGIA DAEE	8
FIGURA 4 - RESULTADO DOS CÁLCULOS DA VALETA TRAPEZOIDAL.....	12
FIGURA 5 - VALETA TRAPEZOIDAL	13

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – VALORES RECOMENDADOS PARA C	5
TABELA 2 – RECOMENDAÇÃO PERÍODOS DE RETORNO	6
TABELA 3 - VERIFICAÇÃO DA TUBULAÇÃO DE 600MM QUE DESÁGUA NA ÁREA DE RISCO A JUSANTE DA RUA TICO-TICO.....	12

1. OBJETIVO

O presente relatório tem como objetivo o detalhamento dos cálculos utilizados para o projeto de drenagem a jusante da travessa Tico-Tico.

Será apresentado a memória de cálculo e projeto anexo a este relatório com informações executivas dos dutos, escadas hidráulicas e demais elementos de drenagem.

Os embasamentos dos estudos sobre a área de intervenção foram feitos tendo como base o Guia Prático Para Projetos de Pequenas Obras Hidráulica 2ª edição - 2006, revisada e para o estudo hidrológico foram utilizados os dados do município de Ubatuba/SP, extraído do caderno do DAEE — Equações de chuvas intensas para o Estado de São Paulo, encontrado no site: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/ecisp/PlugDAEE.pdf>.

2. ÁREA DO ESTUDO

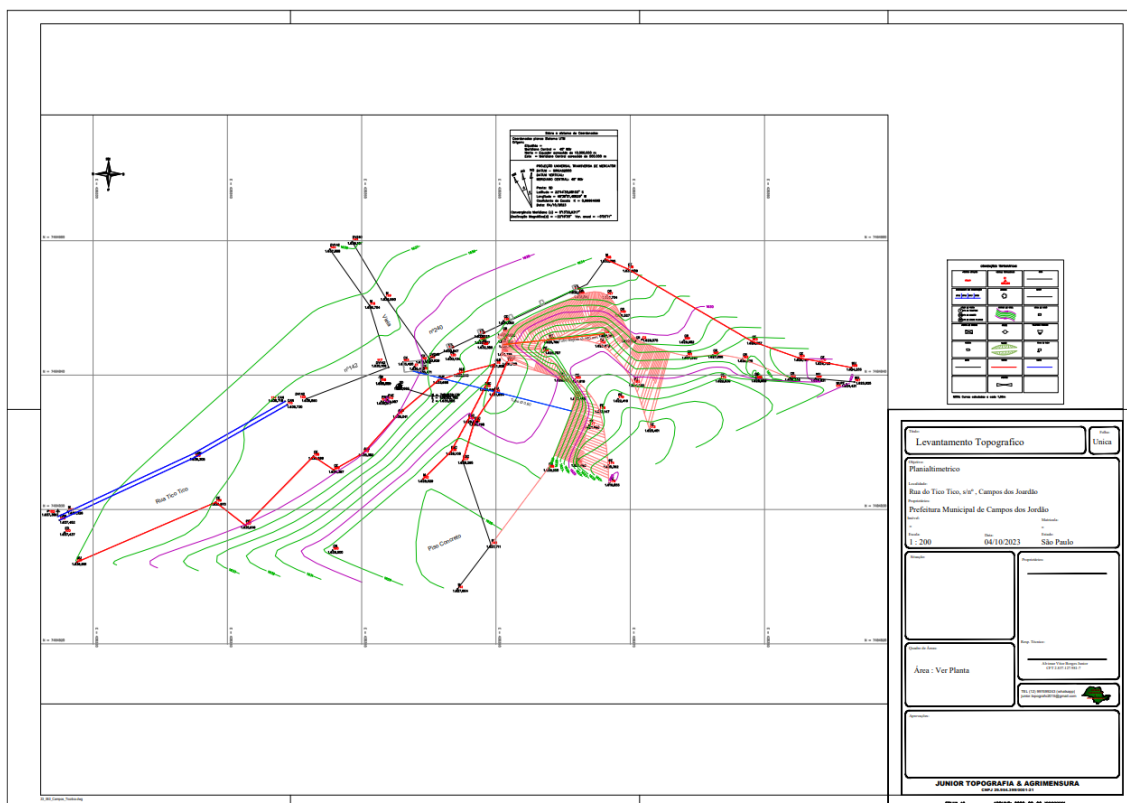


Figura 1 – Levantamento topográfico



Figura 2 – Rua Tico-Tico, área a montante a ser utilizada como contribuição – 15.140m²

A área de contribuição é de 15.140m² tendo como contribuição áreas de variação de vegetação nativa e solo impermeabilizado por construções, o desague ocorre no sistema público.

Os coeficientes de permeabilidade (C) e tempo de retorno foram baseados no manual do DAEE utilizado como base para todo o estudo.

Tabela 1 – Valores recomendados para C

Tabela 1: Valores recomendados para o coeficiente C (DAEE, 1994).

USO DO SOLO OU GRAU DE URBANIZAÇÃO	VALORES DE C	
	MÍNIMOS	MÁXIMOS
Área totalmente urbanizada	0,50	1,00
Área parcialmente urbanizada	0,35	0,50
Área predominantemente de plantações, pastos etc.	0,20	0,35

Tabela 2 – Recomendação períodos de retorno

Tabela 2: Recomendações para valores mínimos de períodos de retorno¹.

OBRA	SEÇÃO GEOMÉTRICA		TR (anos)	
			Área Urbana	Área Rural
Canalização	A céu aberto	Trapezoidal	50	(a)
		Retangular	100	
	Contorno fechado		100	
Travessias: pontes, bueiros e estruturas afins	Qualquer		100	100 (b)
Borda livre (f)				
Canais a céu aberto: $f \geq 10\%$ da lâmina líquida de cheia (H_{TR}), com $f \geq 0,4$ m				
Canais em contorno fechado: $f \geq 0,2 H_{TR}$.				

Obra	Dimensões - h e L (d) (m)	TR (anos)
Barramento (c)	$h \leq 5$ e $L \leq 200$	100
	$5 < h \leq 15$ e $L \leq 500$	1.000
	$h > 15$ e/ou $L > 500$	10.000 ou PMP ^(e)
Borda livre ² (f) – desnível entre a crista e o nível máximo <i>maximorum</i> : $f \geq 0,5$ m		

3. DADOS HIDROLÓGICOS CIDADE DE CAMPOS DO JORDÃO / SP

4.13 Equação de precipitações intensas para Campos do Jordão

Nome da estação/ Entidade: Campos do Jordão- D2-096R/ DAEE

Autor: Martinez e Piteri (2016)

Coordenadas geográficas: Lat. 22°42'S; Long. 45°29'W

Altitude: 1600 m

Duração da estação: 1972-2002

Período de dados: 1974-1990, 1992-2001 (27 anos).

$$i_{t,T} = 13,72(t + 10)^{-0,7425} + 4,30(t+10)^{-0,76160} \cdot [-0,4856 - 0,9096 \ln \ln(T/T - 1)]$$

para $10 \leq t \leq 1440$

Onde: i: intensidade da chuva, para a duração t e período de retorno T, em mm/min;

t: duração da chuva em minutos;

T: período de retorno em anos.

Tabela 4.25 – Campos do Jordão: Previsão de máximas intensidades de chuvas, em mm/h.

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	85,0	112,2	130,1	140,3	147,4	152,9	169,7	186,5	203,1
20	62,9	82,9	96,1	103,5	108,7	112,8	125,1	137,4	149,7
30	50,8	66,8	77,5	83,4	87,6	90,9	100,8	110,7	120,5
60	33,6	44,0	51,0	54,9	57,6	59,7	66,2	72,6	79,1
120	21,2	27,7	32,1	34,5	36,2	37,5	41,6	45,6	49,6
180	16,0	20,9	24,1	26,0	27,2	28,2	31,3	34,3	37,3
360	9,8	12,7	14,7	15,8	16,5	17,1	18,9	20,8	22,6
720	5,9	7,7	8,8	9,5	9,9	10,3	11,4	12,5	13,5
1080	4,4	5,7	6,5	7,0	7,4	7,6	8,4	9,2	10,0
1440	3,5	4,6	5,3	5,7	5,9	6,1	6,8	7,4	8,1

Tabela 4.26 – Campos do Jordão: Previsão de máximas alturas de chuvas, em mm.

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	14,2	18,7	21,7	23,4	24,6	25,5	28,3	31,1	33,9
20	21,0	27,6	32,0	34,5	36,2	37,6	41,7	45,8	49,9
30	25,4	33,4	38,7	41,7	43,8	45,4	50,4	55,3	60,3
60	33,6	44,0	51,0	54,9	57,6	59,7	66,2	72,6	79,1
120	42,4	55,5	64,1	69,0	72,4	75,0	83,1	91,2	99,2
180	48,0	62,7	72,4	77,9	81,7	84,7	93,8	102,8	111,8
360	58,6	76,2	87,9	94,5	99,2	102,7	113,7	124,6	135,4
720	70,8	91,8	105,8	113,6	119,1	123,4	136,4	149,4	162,3
1080	78,8	102,1	117,5	126,2	132,3	137,0	151,4	165,8	180,1
1440	85,1	110,0	126,6	135,9	142,4	147,5	163,0	178,4	193,7

4. INTENSIDADE DA CHUVA DE PROJETO

Segundo DAEE “Para definição da intensidade provável de precipitação estima-se primeiro qual a duração dessa chuva. Isso porque na natureza os

fenômenos atmosféricos de maior força, energia ou intensidade, além de estatisticamente mais raros, costumam ter curta duração.

(...)

É preciso, portanto, verificar qual a chuva intensa que deverá ser adotada para a bacia hidrográfica em análise. A chuva que causará mais e maiores danos – a chuva crítica – será aquela que durar o mesmo tempo consumido pela água que precipitar no ponto mais distante da bacia (M) para alcançar a seção S, denominado tempo de concentração da bacia - T_c .”

O ponto M é o pico da contribuição e a seção S seu ponto mais baixo, sendo denominado M início do talvegue e S fim.

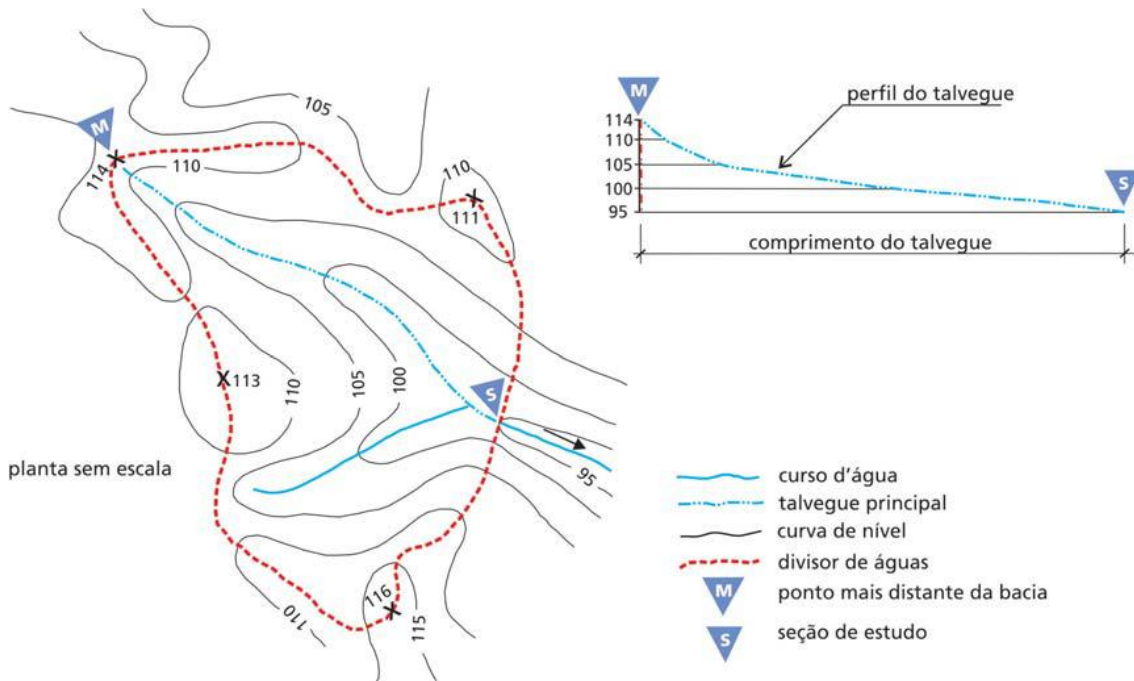


Figura 3 - Hidrologia DAEE

4.1. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Para dimensionamento é preciso conhecer o Tempo de Concentração: “é o tempo que a partícula de chuva que cai no ponto mais distante da bacia demora para chegar até a seção de interesse - Pontos M e S da Figura 1. O desnível e a distância entre esses dois pontos são expressos por (Δh) e (L) . Para determinar o tempo de concentração (T_c) há vários métodos. O DAEE



recomenda a utilização da fórmula do “Califórnia Culverts Practice” (TUCCI, 1993):

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

Onde:

T_c = Tempo de concentração (minutos)

L = Comprimento do talvegue (km)

Δh = Desnível do talvegue entre o ponto mais alto e mais baixo

O desnível médio obtido através dos níveis máximos 1.676 e mínimo de 1.610, com encaminhamento total de 130m e desnível de 66m

$$T_c = 57 \left(\frac{0,130}{66} \right)^{0,385}$$

$$T_c = 5,17min$$

Por ser um valor abaixo de 10min, foi adotado valor mínimo de 10min

4.2. DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE I_T, T_R

Com valor de tempo de concentração é possível obter a vazão máxima pelo Método Racional.

Foram utilizados os dados do município de Botucatu, extraído do caderno do DAEE — Equações de chuvas intensas para o Estado de São Paulo, encontrado no site: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/ecisp/PlugDAEE.pdf>, tendo a seguinte equação:



$$i_{t,T} = 13,72(t + 10)^{-0,7425} + 4,30(t+10)^{-0,76160} \cdot [-0,4856 - 0,9096 \ln \ln(T/T - 1)]$$

para $10 \leq t \leq 1440$

Onde:

$i_{t,TR}$ = Intensidade da chuva para a duração e período de retorno TR
(anos) – (mm/min)

$T = TR$

t = Tempo de concentração (minutos) = T_c

Aplicando o valor de $TR = 100$ anos e tempo de concentração obtido de 10min no item 3 obtemos:

$i_{t,TR} = 186,5 \text{ mm/h}$ ou $3,10 \text{ mm/min}$

5. CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO

Para chegar na vazão de enchente ($Q_{\max}$) foi utilizado o método racional, “utilizado para estimativa de vazões de enchente em bacias que não apresentam complexidade, e tenham até 2 km^2 de área de drenagem, por meio da seguinte expressão (DAEE 1994)”.

$$Q_{\max} = 0,1667 \times C \times i \times AD$$

Onde:

Q = Vazão de enchente (m^3/s)

AD = Área de drenagem (ha)

C = Coeficiente de escoamento superficial (*runoff*)

i = Intensidade de precipitação (mm/min) = $i_{t,TR}$



5.1. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DIRETO (C).

O coeficiente é obtido pela tabela 1 do item 2 através da verificação da ocupação do solo na bacia hidrográfica, sendo que quanto mais urbanizada, maior o coeficiente por conta da impermeabilização do solo.

Adotou-se o fator:

- $C = 1,00$ por se tratar de uma área com predominância de urbanização.

5.2. VALOR DA VAZÃO MÁXIMA

Obtendo todos os dados necessários para o cálculo, a equação fica da seguinte maneira:

$$AD = 15.140\text{m}^2 = 1,514\text{ha};$$

$$C = 1,00;$$

$$i = 3,10\text{mm/min (TR 100 anos)}$$

$$Q_{\max} = 0,1667 \times 1 \times 3,10 \times 1,514$$

$$Q_{\max} = 0,78\text{m}^3/\text{s}$$

5.3. TUBULAÇÃO E VALETAS DE DRENAGEM

Para as verificações hidráulicas foram utilizadas as tabelas que seguirão para cálculo da capacidade de drenagem, vale salientar que os sistemas iniciam a coleta a jusante de toda área de contribuição, partindo do princípio que as águas cheguem de forma eficiente no ponto de coleta, este indicado em projeto.

As escadas hidráulicas foram projetadas para amortecer e controlar o volume de águas que virão, dessa forma como consta em projeto as mesmas terão o dispositivo de retenção em cada degrau, devendo sua inclinação ser ajustada conforme talude implantado.

Tabela 3 - Verificação da tubulação de 600mm que deságua na área de risco a jusante da rua Tico-Tico

Sub-Rede	Comprimento L (m)	Nível Terreno		Nível de topo das galerias		Nível de fundo das galerias		Profundidade H do piso de entrada da galeria (m)	i (%) REAL	i (%)	i > 2%
		Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante				
única	12,16	1635,00	1630,00	1634,00	1629,00	1633,40	1628,40	1,6	41,12	41,12	OK

Área de Contribuição Aproximadamente (m²)	Vazão de projeto (m³/s)	Galeria Adotado Ø mm	Tempo de Escoamento Min.	Tempo de Concentração min. 10min	Constante "k"	Ângulo central "O"	y/D (%) de 10 a 85	Velocidade m/s 0,75 < V < 4,5
15.140,00	0,78	600,00	0,04	10,00	0,0617	2,34	30,55	5,65

PREVER AMORTECIMENTO

Por conta da velocidade dentro do duto de 600mm ultrapassar 4,5m/s será necessária uma escada hidráulica com amortecimento das águas antes de seguir em valeta trapezoidal com geometria definida abaixo. Poderá ser substituída a valeta trapezoidal por meia cana de mesmo material (concreto) com diâmetro de 600mm.

A verificação da sarjeta abaixo atende com folga a demandas de 0,78m³/s.

Área molhada (m²)	0,08
Coefficiente de Manning	0,013
Declividade (m/m)	2
Inclinação lateral (h/v)	1
Largura superior (m)	0,6
Largura do fundo (m)	0,2
Número de Froude	21,101
Profundidade do fluxo (m)	0,2
Vazão (m³/s)	1,9306

Figura 4 - Resultado dos cálculos da valeta trapezoidal

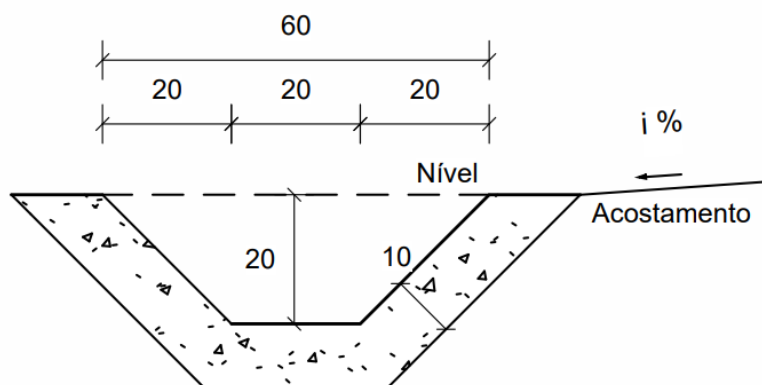


Figura 5 - Valeta trapezoidal

São José dos Campos, 08 de dezembro de 2023.

NODA ENGENHARIA LTDA.

Eng.º Jorge Takashi Noda