



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS
SUBSECRETARIA EXECUTIVA DE OBRAS PÚBLICAS

MEMÓRIA DE CÁLCULO HIDRÁULICO

Obra: **RECUPERAÇÃO DE BACIA DE RETENÇÃO/DETENÇÃO E EROSÃO**
Local: **JARDIM MARIA LUIZA – BACIA DO CÓRREGO DO CUPIM**
Solicitação: **SECRETARIA DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS**

Sumário

1. OBJETIVO:	2
2. LOCALIZAÇÃO:	2
3. DADOS E ESTUDOS DISPONÍVEIS:	2
4. BACIA DE CONTRIBUIÇÃO:	3
4.1. Coeficiente de Escoamento:	3
4.2. DECLIVIDADE EQUIVALENTE	4
4.3. Tempo de concentração:	5
5. CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO:	5
5.1. Intensidade da chuva:	5
5.2. Determinação das vazões de projeto:	6
5.3. Volume de Detenção da Bacia Projetada:	6
6. VERTEDOR DA BACIA DE DETENÇÃO	7
6.1. Orifício de fundo	8
6.2. Dimensionamento do Extravasor	8



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS
SUBSECRETARIA EXECUTIVA DE OBRAS PÚBLICAS

1. OBJETIVO:

O presente estudo tem como objetivo determinar a vazão máxima de projeto para o dimensionamento hidráulico da bacia de retenção de cheia do Loteamento denominado “Jardim Maria Luiza IV”.

2. LOCALIZAÇÃO:

A bacia de retenção está localizada na Avenida Quatro esquina com a Rua Álvaro Alves da Silva, com desague no Córrego do Cupim, zona norte do município de Araraquara/SP, conforme mostra a imagem 1, obtida do Google, em 25 de junho de 2025.



Localização da Bacia de Detenção do Jardim Maria Luiza IV (Fonte: Google Earth (25/06/2025))

3. DADOS E ESTUDOS DISPONÍVEIS:

Para a elaboração do referido estudo, foram utilizados os seguintes documentos:

- Aerofoto do município de Araraquara, realizado em 2017;
- Instruções técnicas do DAEE para elaboração de estudos hidrológicos;



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS
SUBSECRETARIA EXECUTIVA DE OBRAS PÚBLICAS

- c) Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo, convênio DAEE-USP (maio de 2018);
- d) Imagem de satélite do Google Earth, datada de maio de 2022;

4. BACIA DE CONTRIBUIÇÃO:



Figura 2 – Delimitação da Bacia de Contribuição do Loteamento (Fonte: Google)

4.1. Coeficiente de Escoamento:

O coeficiente de escoamento superficial da bacia é calculado ponderando-se os vários coeficientes no interior dela em cada área parcial.

$$C2 = \frac{\sum Ci * Ai}{\sum Ai}$$

Onde:

- C2** → Coeficiente de escoamento superficial ponderado (adimensional);
- Ci** → Coeficiente de escoamento superficial da área parcial avaliado em função do uso e ocupação do solo (adimensional);
- Ai** → Área parcial (m²).



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS
SUBSECRETARIA EXECUTIVA DE OBRAS PÚBLICAS

QUADRO DE ÁREAS CONFORME ORTOFOTOS

ID	ÁREAS		
	(m ²)	(km ²)	(%)
Área Total da Gleba	209.566,00	0,210	100,00
Área Sistema Viário	27.243,58	0,027	13,00
Área de Lotes	119.452,62	0,119	57,00
Áreas Verdes	41.913,20	0,042	20,00
Áreas Institucionais	20.956,60	0,021	10,00

Considerando que a área onde será realizada a intervenção já está urbanizada e com toda infraestrutura implantada no sistema viário, adotaremos os coeficientes exigidos pela Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos para a implantação de novos empreendimentos, segue conforme tabela abaixo.

Sistema Viário	1,00
Lotes	0,80
Áreas Verdes	0,30
Áreas Institucionais	0,50

	Sistema Viário	Lote	Verde	Institucional
Coeficiente [<i>C_i</i>]	1,00	0,80	0,30	0,50
Área [<i>m</i> ²]	27.243,58	119.452,62	41.913,20	20.956,60
Produto [<i>C_i x A_i</i>]	27.243,58	95.562,096	12.573,96	12.978,3
Coeficiente Ponderado [<i>C₂</i>]		0,70		

4.2. DECLIVIDADE EQUIVALENTE

$$leq = \left(\frac{L}{\sum \frac{L}{\sqrt{J}}} \right)$$

Onde:

leq → Declividade equivalente, em m/m;

L → Comprimento do talvegue, em m;

J → Declividade de cada trecho, em m/m



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS
SUBSECRETARIA EXECUTIVA DE OBRAS PÚBLICAS

4.3. Tempo de concentração:

O tempo de concentração adotado para o projeto foi calculado considerando o Método Califórnia Culverts Practice, conforme equação abaixo:

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

Onde:

L → Comprimento do talvegue, em km;

leq → Declividade equivalente, m/km

Substituindo temos:

$$tc = 57 \times \left(\frac{0,86^2}{16,28} \right)^{0,385}$$

$$tc = 16,41 \text{ minutos}$$

Desta forma para fins de determinação da chuva de projeto, adotaremos $tc = 16,00$ minutos.

5. CÁLCULO DA VAZÃO DE PROJETO:

5.1. Intensidade da chuva:

Para a definição dos parâmetros de chuvas intensas abrangida por esta bacia hidrográfica, foi utilizada a equação de chuvas definida por Francisco Martinez Júnior e Nelson Luiz Goi Magni e apresentada na publicação “Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo” edição revisada em maio de 2018.

A equação utilizada foi a da cidade de Araraquara, conforme segue:

Para $10 \leq t \leq 105$

$$I_{(mm/h)} = 32,4618 \times (t + 15)^{-0,868} + 2,1419 \times (t + 15)^{-0,582} \times \left(-0,4772 - 0,901 \times \ln \left(\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right) \right) \times 60$$

Onde:

I → Intensidade da chuva, para a duração t e período de retorno T , em mm/min;

t → Duração da chuva;



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS
SUBSECRETARIA EXECUTIVA DE OBRAS PÚBLICAS

T → Período de retorno ou recorrência.

Conforme diretrizes da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos, o período de retorno adotado para o projeto é de 100 anos, visto que se trata de área já consolidada, onde foi implantada uma bacia de retenção cujas estruturas de entrada e saída deslizaram, e que devido a área de implantação já estar delimitada, não há espaço para maiores intervenções de forma se considerar um período de retorno maior.

5.2. Determinação das vazões de projeto:

As vazões máximas de pico foram calculadas a partir da equação abaixo:

$$Q = C \times i \times \left(\frac{A}{3600} \right)$$

Onde:

- Q** → Vazão de pico, em l/s
C → Coeficiente de escoamento superficial, adimensional;
i → intensidade de chuva de projeto, em mm/hora;

Determinação da Vazão Pré-Urbanizada – **Q1**:

$$C = 0,30$$

$$i = 170,50 \text{ mm/h}$$

$$A = 209.566,00 \text{ m}^2$$

$$Q1 = 2,978 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ou } 2.978,00 \text{ l/s}$$

Determinação da Vazão Pós Urbanizada – **Q2**:

$$C = 0,70$$

$$i = 170,50 \text{ mm/h}$$

$$A = 209.566,00 \text{ m}^2$$

$$Q2 = 6,909 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ou } 6.909,00 \text{ l/s}$$

5.3. Volume de Retenção da Bacia Projetada:

$$V_{det} = (Q_2 - Q_1) \times t \times 60$$

Onde:

- Vdet** → Volume de retenção da Bacia, em m³;
Q2 → Vazão de pico posterior a urbanização, em m³/s;
Q1 → Vazão de pico anterior a urbanização, em m³/s;



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS
SUBSECRETARIA EXECUTIVA DE OBRAS PÚBLICAS

t → Tempo de duração de chuva ou tempo de concentração

Substituindo, temos:

$$V_{det} = (6,909 - 2,978) \times 15 \times 60$$

Volume de Detenção Calculado = 3.773,76 m³

Volume de Detenção Adotado = 3.853,50 m³

6. VERTEDOR DA BACIA DE DETENÇÃO

Segundo as condições estabelecidas para Prefeitura do Município de Araraquara, o dimensionamento da bacia de detenção:

tc = 16 minutos;

TR = 100 anos;

i = 170,50 mm/hora

Nesta condição a vazão de pico efluente da área do loteamento será dada pela equação:

$$Q = C \times i \times \left(\frac{A}{3600} \right)$$

Onde:

Q → Vazão de pico, em l/s

C → Coeficiente de escoamento superficial, adimensional;

i → intensidade de chuva de projeto, em mm/hora;

A → Área, em m²

Substituindo, temos:

$$Q = 0,70 \times 170,50 \times \left(\frac{290.566,00}{3600} \right)$$

Q = 6,909 m³/s ou 6.909,00 l/s



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS
SUBSECRETARIA EXECUTIVA DE OBRAS PÚBLICAS

6.1. Orifício de fundo

Considerando que o vertedouro da bacia de retenção terá 4,00m de altura, determinamos o diâmetro do orifício de saída de fundo, de forma que a vazão efluente seja igual ou inferior a vazão pré urbanizada, calculada no item 4.2, igual a 2.832 l/s.

O escoamento de água por um orifício é dado pela equação:

$$Q = Cd \times A \times \sqrt{2 \times g \times (h - R)}$$

Onde:

- Q → Vazão do orifício, em m³;
 Cd → Coeficiente de descarga, fator adimensional;
 A → Área do orifício, em m²;
 R → Raio do orifício, em m;
 g → aceleração da gravidade, 9,81m/s²;

Considerando que por questões executivas do vertedouro em sistema de gabião, e condição de segurança quanto a limpeza e manutenção, adotamos a solução de implantação de duas saídas fundo.

Substituindo, temos:

$$2.978,00 = 0,62 \times \pi \times R^2 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times (4,00 - R)}$$

$$\mathbf{R = 0,297\ m}$$

Desta forma, adotamos o diâmetro comercial mais próximo, no caso Ø0,60m.

6.2. Dimensionamento do Extravasor

O extravasor será o componente hidráulico que deverá impedir o colapso do sistema de reservação. Para tanto, será dimensionado para vazão de pico utilizando-se $t_c = 16$ minutos, porém com período de retorno de 100 anos.

Para esta condição temos:

$$i = 170,50\ \text{mm/hora}$$



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARAQUARA
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS
SUBSECRETARIA EXECUTIVA DE OBRAS PÚBLICAS

Desta forma, temos:

$$Q = 0,70 \times 170,50 \times \left(\frac{290.566,00}{3600} \right)$$

Assim, $Q_{100} = 6,909 \text{ m}^3$

O vertedor será calculado através da equação:

$$Q = C_v \times L_{vs} \times H^{\frac{3}{2}} \times (2g)^{\frac{1}{2}}$$

Onde:

- Q_{vert} → Vazão do vertedor, em m^3 ;
 C_v → Coeficiente de vazão, adimensional;
 L_{vs} → Largura da soleira do vertedor, em m;
 H → Altura da lâmina d'água, em m;
 g → aceleração da gravidade, $9,81 \text{ m/s}^2$;

Substituindo, temos:

$$Q_{vert} = 0,45 \times 5,00 \times 0,80^{\frac{3}{2}} \times (2 \times 9,81)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_{vert} = 7,132 \text{ m}^3/\text{s}$$

Assim, o vertedor projetado está verificado, visto que $Q_{vert} \geq Q_{100}$.

Araraquara, 24 de julho de 2025

ENG.º. MARCOS ROBERTO DE OLIVEIRA

CREA 5061118088 – Mat. 16.891-2

Divisão de Drenagens