

MEMÓRIA DE CÁLCULO – DRENAGEM PLUVIAL

SISTEMA DE CAPTAÇÃO E CONDUÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Normas de Referência: ABNT NBR 10844:1989 | ABNT NBR 6123 | ABNT NBR 6120

1. DADOS DE ENTRADA E PARÂMETROS DE PROJETO

1.1. Área de Projeção Horizontal da Cobertura

$A = 375,10 \text{ m}^2$ (conforme projeto arquitetônico)

1.2. Intensidade Pluviométrica de Projeto (i)

Adotado: $i = 150 \text{ mm/h}$

(Valor compatível com a região de Assis — SP, conforme isolinhas de precipitação da NBR 10844)

1.3. Coeficiente de Escoamento Superficial (C)

Para coberturas metálicas com telha termoacústica:

$C = 1,00$ (escoamento integral, sem infiltração significativa)

1.4. Período de Retorno (T)

Adotado: $T = 25$ anos (para coberturas comuns, conforme NBR 10844)

2. DIMENSIONAMENTO DA VAZÃO TOTAL DE PROJETO

2.1. Vazão Total (Q_{total}) — Método Racional Simplificado

$$Q_{\text{total}} = (i \times A) / 36.000$$

Onde:

- $i = 150 \text{ mm/h}$

- $A = 375,10 \text{ m}^2$

- 36.000 = fator de conversão ($\text{mm/h} \times \text{m}^2 \rightarrow \text{L/s}$)

$$Q_{\text{total}} = (150 \times 375,10) / 36.000$$

$$Q_{\text{total}} = 56.265 / 36.000$$

$$Q_{\text{total}} = 1,56 \text{ L/s}$$

Resultado: A vazão total de projeto é de 1,56 L/s.

3. DISTRIBUIÇÃO E DIMENSIONAMENTO DAS BOCAS DE CAPTAÇÃO

3.1. Configuração Adotada (Estrutura Octogonal)

- Número de lados: 8
- Bocas de captação: 4 (uma a cada 2 setores do octógono)
- Posicionamento: distribuídas simetricamente no perímetro

3.2. Área de Contribuição por Bocal (Aboca)

$$A_{\text{boca}} = A_{\text{proj}} / N^{\circ} \text{ de bocas}$$

$$A_{\text{boca}} = 375,10 / 4$$

$$A_{\text{boca}} = 93,78 \text{ m}^2$$

3.3. Vazão por Bocal (Q_{boca})

$$Q_{\text{boca}} = (i \times A_{\text{boca}}) / 36.000$$

$$Q_{\text{boca}} = (150 \times 93,78) / 36.000$$

$$Q_{\text{boca}} = 14.067 / 36.000$$

$$Q_{\text{boca}} = 0,39 \text{ L/s}$$

4. DIMENSIONAMENTO DA CALHA PERIFÉRICA (SEÇÃO QUADRADA)

4.1. Geometria da Calha Adotada

- Formato: Quadrada (retangular)
- Altura (h): 20 cm (0,20 m)
- Largura (b): 25 cm (0,25 m)
- Material: Aço galvanizado
- Declividade mínima adotada (S): 1% (0,01 m/m)
- Coeficiente de rugosidade de Manning (n): 0,011 (aço galvanizado liso)

4.2. Cálculo da Capacidade da Calha (Fórmula de Manning para seção retangular)

Fórmula de Manning:

$$Q = (1/n) \times A \times R_h^{2/3} \times S^{1/2}$$

Onde:

- Q = vazão (m³/s)
- n = coeficiente de rugosidade (0,011)
- A = área molhada (m²)
- R_h = raio hidráulico (m) = A / P (P = perímetro molhado)
- S = declividade (m/m)

4.2.1. Cenário 1 — Lâmina d'água a 2/3 da altura (condição de projeto)

Altura da lâmina d'água (y):

$$y = (2/3) \times h = (2/3) \times 20 = 13,33 \text{ cm (0,1333 m)}$$

Área molhada (A):

$$A = b \times y = 0,25 \times 0,1333 = 0,0333 \text{ m}^2$$

Perímetro molhado (P):

$$P = b + 2y = 0,25 + 2 \times 0,1333 = 0,5167 \text{ m}$$

Raio hidráulico (Rh):

$$Rh = A / P = 0,0333 / 0,5167 = 0,0645 \text{ m}$$

Capacidade da calha:

$$Q_{calha} = (1/0,011) \times 0,0333 \times (0,0645)^{2/3} \times (0,01)^{1/2}$$

$$Q_{calha} = 90,91 \times 0,0333 \times 0,1609 \times 0,10$$

$$Q_{calha} = 90,91 \times 0,0333 \times 0,01609$$

$$Q_{calha} = 90,91 \times 0,000536$$

$$Q_{calha} = 0,0487 \text{ m}^3/\text{s}$$

Convertendo para L/s:

$$Q_{calha} = 0,0487 \times 1.000 = 48,70 \text{ L/s}$$

4.2.2. Cenário 2 — Lâmina d'água a 1/2 da altura (condição conservadora)

Altura da lâmina d'água (y):

$$y = (1/2) \times h = 10 \text{ cm } (0,10 \text{ m})$$

Área molhada (A):

$$A = 0,25 \times 0,10 = 0,0250 \text{ m}^2$$

Perímetro molhado (P):

$$P = 0,25 + 2 \times 0,10 = 0,45 \text{ m}$$

Raio hidráulico (Rh):

$$Rh = 0,0250 / 0,45 = 0,0556 \text{ m}$$

Capacidade da calha:

$$Q_{calha} = (1/0,011) \times 0,0250 \times (0,0556)^{2/3} \times (0,01)^{1/2}$$

$$Q_{calha} = 90,91 \times 0,0250 \times 0,1457 \times 0,10$$

$$Q_{calha} = 90,91 \times 0,0250 \times 0,01457$$

$$Q_{calha} = 90,91 \times 0,000364$$

$$Q_{calha} = 0,0331 \text{ m}^3/\text{s}$$

Convertendo para L/s:

$$Q_{calha} = 0,0331 \times 1.000 = 33,10 \text{ L/s}$$

4.3. Velocidade de Escoamento na Calha

Velocidade pela equação da continuidade:

$$V = Q / A$$

4.3.1. Cenário 1 ($y = 2/3 \text{ h}$):

$$V = 0,0487 / 0,0333 = 1,46 \text{ m/s}$$

4.3.2. Cenário 2 ($y = 1/2 \text{ h}$):

$$V = 0,0331 / 0,0250 = 1,32 \text{ m/s}$$

Verificação dos limites normativos (NBR 10844):

- Velocidade mínima para autolimpeza: 0,30 m/s 

- Velocidade máxima (aço galvanizado): 4,0 m/s 

4.4. Lâmina d'água real para a vazão de projeto

$$\text{Vazão total que chega à calha: } Q_{total} = 1,56 \text{ L/s} = 0,00156 \text{ m}^3/\text{s}$$

Resolvendo a equação de Manning para y (altura da lâmina):

$$Q_{projeto} = (1/n) \times (b \times y) \times [(b \times y) / (b + 2y)]^{2/3} \times S^{1/2}$$

Por tentativa (iteração):

y (cm)	y (m)	A (m ²)	P (m)	Rh (m)	Q (m ³ /s)	Observação
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

1,0	0,01	0,0025	0,27	0,0093	0,00076	$Q < 0,00156$
1,5	0,015	0,00375	0,28	0,0134	0,00138	$Q < 0,00156$
1,6	0,016	0,0040	0,282	0,0142	0,00152	$Q \approx 0,00156$
1,7	0,017	0,00425	0,284	0,0150	0,00167	$Q > 0,00156$

Lâmina d'água real: $y \approx 1,6$ cm (0,016 m)

Relação $y/h = 1,6 / 20 = 8,0\%$

Resultado: A calha trabalha com apenas 8,0% da altura total para a vazão de projeto, com folga de 92%.

5. DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES VERTICAIS (TUBOS DE QUEDA)

5.1. Capacidade de Escoamento dos Tubos de PVC / Aço Galvanizado

Adotado: Diâmetro nominal DN 75 mm (3")

Capacidade de escoamento para tubos circulares com lâmina d'água a 2/3 do diâmetro (NBR 10844):

DN (mm)	Capacidade (L/s)	Adotado para $Q_{boca} = 0,39$ L/s
50	1,2 L/s	✓ Atende, mas folga pequena
75	3,5 L/s	✓ Atende com ampla folga
100	7,8 L/s	✓ Superdimensionado

5.2. Velocidade de Escoamento no Tubo de Queda

Para DN 75 com vazão de 0,39 L/s:

- Velocidade calculada $\approx 0,45$ m/s

- Velocidade mínima recomendada (NBR 10844): 0,30 m/s 
- Velocidade máxima recomendada (para evitar erosão): 4,0 m/s 

5.3. Lâmina d'água no Tubo de Queda

Para $Q_{boca} = 0,39$ L/s em DN 75:

- Relação $y/D \approx 25\%$ (muito abaixo dos $2/3$ recomendados)
- Folga de segurança para picos de chuva: $> 500\%$

6. DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES HORIZONTAIS (TUBOS DE COLETOR)

6.1. Vazão total nos coletores: 1,56 L/s

6.2. Diâmetro mínimo recomendado: DN 75 (3")

6.3. Declividade mínima: 1%

6.4. Capacidade de DN 75 com declividade de 1% (Manning):

$Q_{coletor} \approx 2,8$ L/s

Resultado: Atende com folga de 79%.

7. VERIFICAÇÃO QUANTO À POSSIBILIDADE DE EXTRAVAZAMENTO

7.1. Cenário crítico considerado

- Intensidade pluviométrica excepcional: 200 mm/h (33% acima do projeto)
- Vazão total resultante: $Q_{extra} = (200 \times 375,10) / 36.000 = 2,08$ L/s

7.2. Capacidade da calha quadrada (20×25 cm) para cenário crítico

Vazão na calha para y a $2/3$: 48,70 L/s

Demanda excepcional: 2,08 L/s

Folga: $48,70 / 2,08 = 23,4 \times$

7.3. Capacidade dos tubos de queda

- Cada bocal de DN 75 $\rightarrow 3,5$ L/s
- Capacidade total instalada: $4 \times 3,5 = 14,0$ L/s
- Demanda excepcional: 2,08 L/s
- Folga: $14,0 / 2,08 = 6,7 \times$

Resultado: Sistema tem capacidade superior à demanda excepcional.

8. VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL DA CALHA (BRIEFING)

8.1. Peso da água na calha (condição de projeto)

Volume de água na calha por metro linear:

$$V_{\text{água}} = b \times y \times 1\text{m} = 0,25 \times 0,016 \times 1 = 0,004 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Peso} = 0,004 \times 1.000 = 4,0 \text{ kgf/m}$$

8.2. Peso da água na calha (condição de extravasamento - $y = 20$ cm)

$$V_{\text{água}} = 0,25 \times 0,20 \times 1 = 0,05 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Peso} = 0,05 \times 1.000 = 50,0 \text{ kgf/m}$$

9. RESUMO EXECUTIVO DA DRENAGEM PLUVIAL

Parâmetro	Valor Calculado	Especificação Adotada	Status	
-----	-----	-----	-----	

Área de projeção	375,10 m ²	—	—	
Intensidade de chuva (projeto)	150 mm/h	—	—	
Vazão total de projeto	1,56 L/s	—	—	
N° de pontos de captação	4 bocas	—	—	
Área por bocal	93,78 m ²	—	—	
Vazão por bocal	0,39 L/s	—	—	
Calha periférica	Quadrada 20 × 25 cm	Aço galvanizado	APROVADO	
Capacidade da calha (2/3 h)	48,70 L/s	—	APROVADO	
Capacidade da calha (1/2 h)	33,10 L/s	—	APROVADO	
Lâmina real na calha	1,6 cm (8% da altura)	—	APROVADO	
Velocidade na calha	1,32 a 1,46 m/s	—	APROVADO	
Folga da calha (projeto)	3.022% (31,2 ×)	—	APROVADO	
Condutor vertical	—	DN 75 (3")	APROVADO	
Capacidade do condutor	3,5 L/s	—	APROVADO	
Folga do condutor	897%	—	APROVADO	
Capacidade total instalada	14,0 L/s	—	APROVADO	
Cenário crítico (200 mm/h)	2,08 L/s (demanda)	—	APROVADO	
Folga em cenário crítico	2.242% (23,4 × na calha)	—	APROVADO	

10. CONSIDERAÇÕES EXECUTIVAS E RECOMENDAÇÕES

10.1. Especificação dos materiais

- Calha periférica: Aço galvanizado, seção quadrada 20 × 25 cm.
- Tubos de queda: PVC rígido ou aço galvanizado DN 75 (3") — compatível com a vazão de projeto.

- Bocais de captação: Grelhas removíveis com abertura livre mínima de 70%, em aço galvanizado.

10.2. Instalação da calha

- Declividade mínima: 1% (1 cm a cada 1 m linear)
- Fixação: Suportes metálicos a cada 1,0 m no máximo
- Juntas: Com vedação e dispositivo de dilatação térmica (a cada 6 m)
- Ponto mais baixo da calha: Onde estarão os tubos de queda

10.3. Instalação dos condutores

- Declividade mínima dos condutores horizontais: 1%
- Fixação dos tubos de queda a cada 1,50 m
- Curvas com raio mínimo de $1,5 \times DN$

10.4. Manutenção

- Limpeza periódica das calhas (a cada 3 meses)
- Inspeção visual após chuvas intensas
- Verificação de vazamentos nas conexões e juntas

11. CONCLUSÃO FINAL

O sistema de drenagem pluvial projetado para a estrutura octogonal apresenta capacidade superior à demanda prevista.

Assis, 11 de agosto de 2026

RODRIGO CICERO
CASTOR:40510621805

Assinado de forma digital por
RODRIGO CICERO
CASTOR:40510621805
Dados: 2026.08.17 09:28:09 -03'00'

RODRIGO CICERO CASTOR
Engº Civil
CREA 5069619582
CNPJ: 53.504.137/0001-40
RCC SERVIÇOS DE ENGENHARIA