POLICLÍNICA MUNICIPAL SERRANIA/MG

MEMORIAL DE CÁLCULO
PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL



ELABORAÇÃO

Consorcio Pitágoras

REALIZAÇÃO

JANEIRO/2023

PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL – POLICLÍNICA MUNICIPAL – SERRANIA (MG)

RESUMO:

Este arquivo contém o Memorial de Cálculo referente aos dimensionamentos do Projeto de Drenagem Pluvial da Policlínica Municipal, situada no município de Serrania/MG. Vale ressaltar a importância da leitura desse material em conjunto com o Memorial Descritivo do Projeto, uma vez que ambos se complementam.

REV	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO
00	09/2022	B	PROJETO EXECUTIVO	MGF	JGO	ICGL	MCFN
01	01/2023	B	PROJETO EXECUTIVO	LSC	JGO	ICGL	MCFN

EMISSÕES

TIPOS			
	A – PRELIMINAR	D – P/ COTAÇÃO	G – CONFORME CONSTRUÍDO
	B – P/ APROVAÇÃO	E – P/ CONSTRUÇÃO	H – CANCELADO
	C – P/ CONHECIMENTO	F – CONFORME COMPRADO	

***EMPRESA CONTRATADA*:**

CONSÓRCIO PITÁGORAS

Avenida Barão Homem de Melo, n° 3280

Nova Granada, Belo Horizonte/MG – CEP: 30.494-080

Tel.: (31) 3347-4405 // (31) 3347-7079

Consorcio Pitágoras

***RESPONSÁVEIS TÉCNICOS*:**

- Juliana Gonçalves Oliveira - Engenheira Civil – CREA 239787/D

***VOLUME*:**

PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL

***REFERÊNCIA*:**
JANEIRO/2023

SUMÁRIO

1- APRESENTAÇÃO 4

1.1- EQUIPE TÉCNICA 4

2- DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL 5

2.1- PERÍODO DE RECORRÊNCIA 5

2.2- INTENSIDADE DE CHUVA DE PROJETO 5

2.3- VAZÃO DE PROJETO 7

2.4- ÁREA DE PROJEÇÃO 7

2.5- DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS 8

2.6- DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES VERTICAIS E HORIZONTAIS 12

1- APRESENTAÇÃO

1.1- EQUIPE TÉCNICA

O Consórcio Pitágoras apresenta a seguir a equipe técnica envolvida no presente trabalho:

Quadro 1 – Equipe Técnica

EQUIPE TÉCNICA:	Juliana Gonçalves Oliveira (Engenheira Civil) Mariane de Paula Fernandes (Engenheira Civil) Marcelo Gotelip Fulco (Engenheiro Civil) Letícia Silva de Carvalho (Engenheira Civil)

2- DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL

A seguir, serão descritos os parâmetros utilizados no dimensionamento dos dispositivos destinados à drenagem pluvial da área.

2.1- PERÍODO DE RECORRÊNCIA

O período de recorrência, ou período de retorno, adotado na determinação da vazão de projeto, considerando o risco hidrológico associado ao custo médio de cada tipo de obra hidráulica, além de outros fatores pertinentes ao projeto, foi de 25 anos.

2.2- INTENSIDADE DE CHUVA DE PROJETO

Na definição da intensidade pluviométrica de projeto foi adotado o regime de chuvas conforme definido na "Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais", desenvolvido pela COPASA e Universidade Federal de Viçosa (UFV) para o município de Serrania – MG.

Os estudos efetuados no referido trabalho conduziram à seguinte equação:

$$i = \frac{KxTR^{a}}{(t+b)^{c}}$$

onde:

i é a intensidade pluviométrica média, em mm/h;
TR é o período de recorrência, em anos, considerado igual a 25 anos;
t é a duração da chuva, ou tempo de concentração, em minutos;
K, ***a***, ***b***, ***c*** são constantes pluviométricas para o município, sendo:

K = 3811,189;

a = 0,207;

b = 20,340;

c = 1,075.

O valor da intensidade de precipitação calculada para o tempo de recorrência já citado foi de 229,796 mm/h.

Figura 1 – Dados de Entrada para Determinação da Intensidade Pluviométrica (UFV)

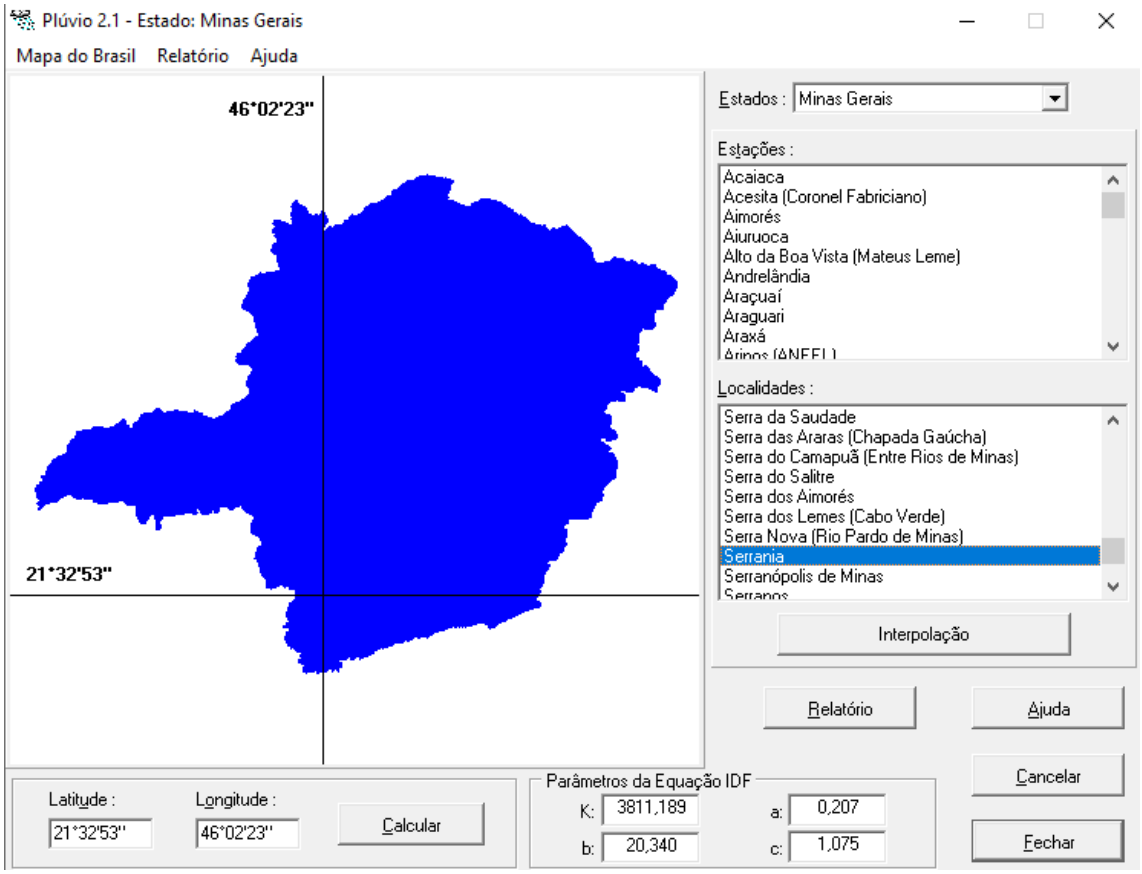


Figura 2 – Determinação da Intensidade Pluviométrica para Dimensionamento dos Dispositivos de Drenagem Pluvial

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA - PLUVIO 2.0			
FÓRMULA		**GLOSSÁRIO**	
$Im = \frac{K \cdot (TR)^a}{(t+b)^c}$		**Im** - INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA MÉDIA (MM / H)	
		K, a, b, c - CONSTANTES PLUVIOMÉTRICAS PARA O MUNICÍPIO (PLÚVIO)	
		TR - TEMPO DE RETORNO (1, 5 OU 25 ANOS)	
		t - TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (5 min)	
CÁLCULO DE INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA PARA TEMPOS DE RETORNO 1, 5 E 25 ANOS			
ID	**CIDADE / UF**	**DADOS**	**VALORES**
1	Serrania - Minas Gerais	K	3811,189
		a	0,207
		b	20,340
		c	1,075
		Im - INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA - TR 1 ANO	118,023
		Im - INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA - TR 5 ANOS	164,685
		Im - INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA - TR 25 ANOS	229,796

2.3- VAZÃO DE PROJETO

As vazões de projeto foram calculadas através da Equação II:

$$Q = \frac{IxA}{60} \qquad \text{(II)}$$

Onde:

Q = Vazão do projeto, em L/min;

I = Intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = Área de captação em m².

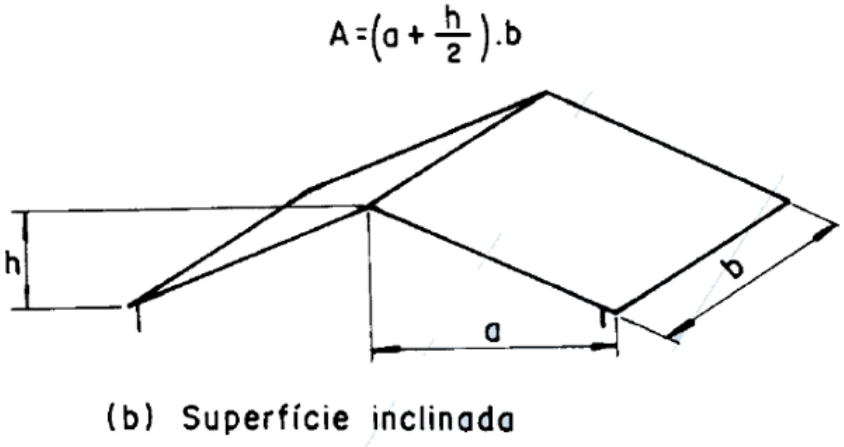
Foi adotada uma intensidade pluviométrica de 229,796 mm/h, correspondente a um tempo de retorno de 25 anos, sendo este adotado para coberturas onde o extravasamento ou empoçamento não pode ser tolerado, conforme NBR 10844: 1989.

2.4- ÁREA DE PROJEÇÃO

Para a determinação das áreas de contribuição em projeção, utilizou-se a Equação (I), de acordo com a NBR 10844: 1989, sendo a descrição dos parâmetros apresentada na Figura 3.

$$A = (a + \frac{h}{2}) \times b \qquad \text{(I)}$$

Figura 3 – Área de Contribuição em projeção



Fonte: NBR 10844: 1989

2.5- DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS

Para a determinação da vazão contribuinte para cada dispositivo (trechos de calhas, caixas pluviais, condutores verticais etc.), dividiu-se a planta de cobertura conforme a área de contribuição para cada dispositivo citado). Ainda, para o dimensionamento das calhas foi adotada a fórmula de Manning-Strickler (Equação III), considerando os seguintes dados de entrada: declividade de 1,0%, coeficiente de rugosidade de 0,011 (chapa metálica galvanizada). A vazão obtida foi comparada com a vazão de projeto (capacidade de suporte), de forma que a esta última seja igual ou maior que a primeira.

$$Q = K\ x\ \frac{S}{n}\ x\ Rh^{2/3}\ x\ i^{1/2} \qquad \text{(III)}$$

Onde:

Q = Vazão do projeto, em L/min;

S = Área da seção molhada, em m²;

PH = P/S Perímetro molhado, em m;

K = 60.000;

RH = Raio hidráulico, em m;

n = Coeficiente de rugosidade de Manning;

i = Declividade da calha, em m/m.

Os quadros a seguir (Quadros 2, 3 e 4) apresentam os dados de entrada e os resultados obtidos referentes às áreas de contribuição para cada trecho de calha assim como as vazões de contribuição para cada uma delas. Os quadros ainda mostram, conforme os parâmetros característicos de projeto, o dimensionamento das calhas (vazão de suporte e vazão de projeto).

Quadro 2 – Determinação das Áreas de Contribuição para cada Calha e Caixa de Drenagem Pluvial

ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO - ÁGUAS PLUVIAIS (NBR 10.844 / 1989)			
ID	**ÁREA**	**DADOS**	**VALORES**
A-01	AP-01	TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	b
		a - LADO A (m)	24,34
		b - LADO B (m)	1,00
		h - ALTURA H (m)	1,000
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	24,840
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	95,135
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO (Ralo Coletor)	C-01
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-01
A-02	AP-02	TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	b
		a - LADO A (m)	5,09
		b - LADO B (m)	1,00
		h - ALTURA H (m)	0,000
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	5,090
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	19,494
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO (Ralo Coletor)	C-02
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-02
A-03	AP-03	TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	b
		a - LADO A (m)	39,56
		b - LADO B (m)	1,00
		h - ALTURA H (m)	0,000
		-	
		FÓRMULA 01 (a)	39,560
		FÓRMULA 02 (b)	39,560
		FÓRMULA 03 (c, d, g, h)	19,780
		FÓRMULA 04 (e)	19,780
		FÓRMULA 05 (f)	19,786
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	39,560
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	151,512
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	C-03
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-03
A-04	AP-04	TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	b
		a - LADO A (m)	46,86
		b - LADO B (m)	1,00
		h - ALTURA H (m)	1,000
		-	
		FÓRMULA 01 (a)	46,860
		FÓRMULA 02 (b)	47,360
		FÓRMULA 03 (c, d, g, h)	23,430
		FÓRMULA 04 (e)	23,430
		FÓRMULA 05 (f)	23,435
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	47,360
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	181,385
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	C-04
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-04

Quadro 3 – Determinação das Áreas de Contribuição para cada Calha e Caixa de Drenagem Pluvial

A-05	AP-05	TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	b
		a - LADO A (m)	8,00
		b - LADO B (m)	1,00
		h - ALTURA H (m)	0,000
		-	
		FÓRMULA 01 (a)	8,000
		FÓRMULA 02 (b)	8,000
		FÓRMULA 03 (c, d, g, h)	4,000
		FÓRMULA 04 (e)	4,000
		FÓRMULA 05 (f)	4,031
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	8,000
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	30,639
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	C-05
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-05
A-06	AP-06	TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	b
		a - LADO A (m)	8,00
		b - LADO B (m)	1,00
		h - ALTURA H (m)	0,000
		-	
		FÓRMULA 01 (a)	8,000
		FÓRMULA 02 (b)	8,000
		FÓRMULA 03 (c, d, g, h)	4,000
		FÓRMULA 04 (e)	4,000
		FÓRMULA 05 (f)	4,031
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	8,000
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	30,639
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	C-06
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-06
A-07	AP-7	TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	b
		a - LADO A (m)	97,84
		b - LADO B (m)	1,00
		h - ALTURA H (m)	
		-	
		FÓRMULA 01 (a)	97,840
		FÓRMULA 02 (b)	97,840
		FÓRMULA 03 (c, d, g, h)	48,920
		FÓRMULA 04 (e)	48,920
		FÓRMULA 05 (f)	48,923
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	97,840
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	374,720
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	C-07
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-07
A-08	AP-8	TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	b
		a - LADO A (m)	19,07
		b - LADO B (m)	1,00
		h - ALTURA H (m)	
		-	
		FÓRMULA 01 (a)	19,070
		FÓRMULA 02 (b)	19,070
		FÓRMULA 03 (c, d, g, h)	9,535
		FÓRMULA 04 (e)	9,535
		FÓRMULA 05 (f)	9,548
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	19,070
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	73,037
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	C-08
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-08

Quadro 4 – Determinação das Áreas de Contribuição para cada Calha e Caixa de Drenagem Pluvial

DIMENSIONAMENTO DE CALHAS CIRCULARES E RETANGULARES			
ID	**CALHA**	**DADOS**	**VALORES**
C-01		TIPO DE CALHA	RETANGULAR
		A - ALTURA DO CONDUTOR (cm)	20,00
		B - LARGURA DO CONDUTOR (cm)	10,00
		MATERIAL DA CALHA	1
		i - DECLIVIDADE DA CALHA (%)	1,00%
		Q - VAZÃO DE PROJETO (L / MIN)	95,135
		Q - VAZÃO DA CALHA (L / MIN)	850,623
C-02		TIPO DE CALHA	RETANGULAR
		A - ALTURA DO CONDUTOR (cm)	20,00
		B - LARGURA DO CONDUTOR (cm)	10,00
		MATERIAL DA CALHA	1
		i - DECLIVIDADE DA CALHA (%)	1,00%
		Q - VAZÃO DE PROJETO (L / MIN)	19,494
		Q - VAZÃO DA CALHA (L / MIN)	850,623
C-03		TIPO DE CALHA	RETANGULAR
		A - ALTURA DO CONDUTOR (cm)	20,00
		B - LARGURA DO CONDUTOR (cm)	10,00
		S - ÁREA DA SEÇÃO MOLHADA (m²)	0,013
		P - PERÍMETRO MOLHADO (m)	0,333
		Rh - RAIO HIDRÁULICO (m)	0,040
		MATERIAL DA CALHA	1
		n - COEFICIENTE DE RUGOSIDADE	0,011
		i - DECLIVIDADE DA CALHA (%)	1,00%
		Q - VAZÃO DE PROJETO (L / MIN)	151,512
		Q - VAZÃO DA CALHA (L / MIN)	850,623
C-04		TIPO DE CALHA	RETANGULAR
		A - ALTURA DO CONDUTOR (cm)	20,00
		B - LARGURA DO CONDUTOR (cm)	10,00
		S - ÁREA DA SEÇÃO MOLHADA (m²)	0,013
		P - PERÍMETRO MOLHADO (m)	0,333
		Rh - RAIO HIDRÁULICO (m)	0,040
		MATERIAL DA CALHA	1
		n - COEFICIENTE DE RUGOSIDADE	0,011
		i - DECLIVIDADE DA CALHA (%)	1,00%
		Q - VAZÃO DE PROJETO (L / MIN)	181,385
		Q - VAZÃO DA CALHA (L / MIN)	850,623
C-05		TIPO DE CALHA	RETANGULAR
		A - ALTURA DO CONDUTOR (cm)	10,00
		B - LARGURA DO CONDUTOR (cm)	15,00
		S - ÁREA DA SEÇÃO MOLHADA (m²)	0,010
		P - PERÍMETRO MOLHADO (m)	0,233
		Rh - RAIO HIDRÁULICO (m)	0,043
		MATERIAL DA CALHA	1
		n - COEFICIENTE DE RUGOSIDADE	0,011
		i - DECLIVIDADE DA CALHA (%)	1,00%
		Q - VAZÃO DE PROJETO (L / MIN)	30,639
		Q - VAZÃO DA CALHA (L / MIN)	667,996
C-06		TIPO DE CALHA	RETANGULAR
		A - ALTURA DO CONDUTOR (cm)	20,00
		B - LARGURA DO CONDUTOR (cm)	10,00
		S - ÁREA DA SEÇÃO MOLHADA (m²)	0,013
		P - PERÍMETRO MOLHADO (m)	0,333
		Rh - RAIO HIDRÁULICO (m)	0,040
		MATERIAL DA CALHA	1
		n - COEFICIENTE DE RUGOSIDADE	0,011
		i - DECLIVIDADE DA CALHA (%)	1,00%
		Q - VAZÃO DE PROJETO (L / MIN)	30,639
		Q - VAZÃO DA CALHA (L / MIN)	850,623
C-07		TIPO DE CALHA	RETANGULAR
		A - ALTURA DO CONDUTOR (cm)	20,00
		B - LARGURA DO CONDUTOR (cm)	10,00
		S - ÁREA DA SEÇÃO MOLHADA (m²)	0,013
		P - PERÍMETRO MOLHADO (m)	0,333
		Rh - RAIO HIDRÁULICO (m)	0,040
		MATERIAL DA CALHA	1
		n - COEFICIENTE DE RUGOSIDADE	0,011
		i - DECLIVIDADE DA CALHA (%)	1,00%
		Q - VAZÃO DE PROJETO (L / MIN)	374,720
		Q - VAZÃO DA CALHA (L / MIN)	850,623
C-08		TIPO DE CALHA	RETANGULAR
		A - ALTURA DO CONDUTOR (cm)	20,00
		B - LARGURA DO CONDUTOR (cm)	10,00
		S - ÁREA DA SEÇÃO MOLHADA (m²)	0,013
		P - PERÍMETRO MOLHADO (m)	0,333
		Rh - RAIO HIDRÁULICO (m)	0,040
		MATERIAL DA CALHA	1
		n - COEFICIENTE DE RUGOSIDADE	0,011
		i - DECLIVIDADE DA CALHA (%)	1,00%
		Q - VAZÃO DE PROJETO (L / MIN)	73,037
		Q - VAZÃO DA CALHA (L / MIN)	850,623

2.6- DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES VERTICAIS E HORIZONTAIS

A NBR 10844: 1989 considera que o diâmetro mínimo do condutor vertical deve ser equivalente a 70 mm. Para o dimensionamento dos condutores verticais utilizou-se o método prático de Botelho e Ribeiro (1998), onde a área do telhado é correlacionada com a seção do condutor vertical fornecendo, assim, o diâmetro mínimo necessário do tubo vertical para a chuva crítica.

O Quadro 4 apresenta a correlação entre os diâmetros dos condutores verticais e suas respectivas vazões máximas de suporte.

Quadro 4 – Correlação entre diâmetro do condutor vertical e vazão máxima de suporte

DESCIDAS DE ÁGUAS PLUVIAIS		
DIÂMETRO (mm)	VAZÃO (L/S)	VAZÃO (L/MIN)
50	0,57	34,20
75	1,76	105,60
100	3,78	226,80
125	7,00	420,00
150	11,53	691,80
200	25,18	1510,80

Para o dimensionamento dos condutores horizontais foram considerados os parâmetros determinados e tabelas apresentadas pela NBR 10844: 1989:

Os condutores horizontais devem ser projetados, sempre que possível, com declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5%.

O dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular deve ser feito para escoamento com lâmina de altura igual a 2/3 do diâmetro interno (D) do tubo.

Belo Horizonte, janeiro de 2023.

JULIANA GONÇALVES OLIVEIRA
CREA - 239787/D