

CMEI MARIA BARBOSA NAVES ARAGUARI / MG

MEMORIAL DE CÁLCULO PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL

ELABORAÇÃO

Consórcio Minas Projetos



REALIZAÇÃO



AGOSTO/2022



Prefeitura Municipal de Araguari – MG

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL

PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL – CMEI MARIA BARBOSA NAVES

ARAGUARI-MG

RESUMO:

Este arquivo contém o Memorial De Cálculo referente aos dimensionamentos dos diferentes sistemas que constituem o Projeto de Drenagem Pluvial da CMEI Maria Barbosa Naves, situada na cidade de Araguari – MG, à saber: sistema de drenagem pluvial. Vale ressaltar a importância da leitura desse material em conjunto com o Memorial Descritivo do Projeto de Drenagem Pluvial, uma vez que ambos se complementam.

00	08/2022	B	PROJETO EXECUTIVO	SM	JGO	ICGL	MCFN
REV	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO

EMISSIONES

TIPOS DE EMISSÃO	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 MINAS PROJETOS

Consórcio Minas Projetos



Rua Desembargador Jorge Fontana, nº 80, Sala 1303 – Belvedere

Belo Horizonte – MG – CEP.: 30320-670

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

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:

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

VOLUME:

PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL

REFERÊNCIA:
AGOSTO/2022



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	11



Prefeitura Municipal de Araguari – MG

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL

1- APRESENTAÇÃO

1.1- EQUIPE TÉCNICA

O Consórcio Minas Projetos 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) Sarah Marini (Trainee em Engenharia Civil)
----------------------------	--



Prefeitura Municipal de Araguari – MG

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL

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 Araguari - 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:

$$K = 10246,180;$$

$$a = 0,186;$$

$$b = 53,003;$$

$$c = 1,146.$$

O valor da intensidade de precipitação calculada, para o tempo de recorrência, já citado, foi de 177,691 mm/h.



Prefeitura Municipal de Araguari – MG

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL

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

Mapa do Brasil Relatório Ajuda

Estados : Minas Gerais

Estações :

- Ácaia
- Ácesa (Coronel Fabriciano)
- Ámorés
- Ámurua
- Álto da Boa Vista (Mateus Leme)
- Ándrelândia
- Áraçuaí
- Áraguari
- Átaxá
- Árinos (ÁNFIL)

Localidades :

- Áraçuaí de Minas (Pedra Azul)
- Áracati de Minas (Cataguases)
- Áracitaba
- Áraçuaí
- Áraguari
- Áramim (Árucena)
- Áranha (Brumadinho)
- Árantina
- Áraponga
- Áranã

Interpolação

Relatório Ajuda

Cancelar

Fechar

Latitude : 00°00'00" Longitude : 00°00'00" Calcular

Parâmetros da Equação IDF

K: 10246,180 a: 0,186

b: 53,003 c: 1,146

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

INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA - PLUVIO 2.0			
FÓRMULA		GLOSSÁRIO	
$I_m = \frac{K \cdot (TR)^a}{(t + b)^c}$		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	Araguari - Minas Gerais	K	10246,180
		a	0,186
		b	53,003
		c	1,146
		Im - INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA - TR 1 ANO	97,644
		Im - INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA - TR 5 ANOS	131,721
		Im - INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA - TR 25 ANOS	177,691

2.3 Vazão de Projeto

As vazões de projeto foram calculadas através da Equação II:

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (II)$$

Onde:

Q = Vazão do projeto, em L/min;

I = Intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = Área de captação em m².

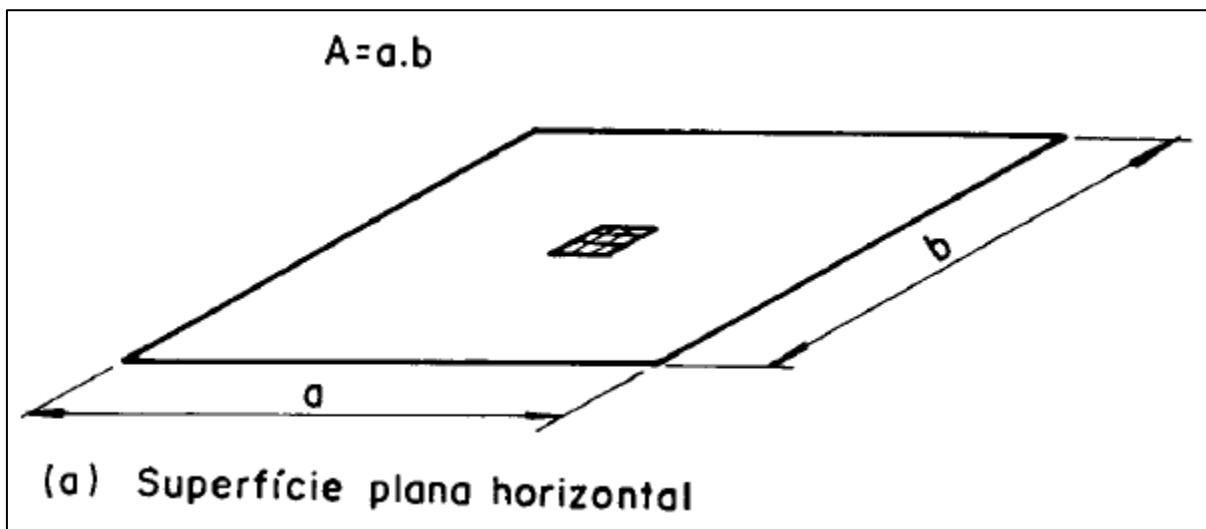
Foi adotada uma intensidade pluviométrica de 177,691 mm/h, correspondente a um tempo de retorno de 25 anos, sendo este adotado para coberturas onde o extravasamento ou empocamento não pode ser tolerado, conforme NBR 10844: 1989.

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.

$$A = a \times b \quad (I)$$

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.

$$Q = K \times \frac{S}{n} \times R h^{2/3} \times i^{1/2} \quad \text{(III)}$$

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.



Prefeitura Municipal de Araguari – MG

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL

Figura 4 – Determinação das Áreas de Contribuição da Cobertura para as Calhas e Caixas de Drenagem Pluvial (continua)

ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO - ÁGUAS PLUVIAIS (NBR 10.844 / 1989)			
ID	ÁREA	DADOS	VALORES
A-01		TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	a
		a - LADO A (m)	7,60
		b - LADO B (m)	6,20
		-	
		-	
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	96,920
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	287,030
A-02		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO (Ralo Coletor)	C-01
		TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	a
		a - LADO A (m)	7,60
		b - LADO B (m)	5,15
		-	
		-	
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	103,690
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
A-03		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	307,079
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO (Ralo Coletor)	C-02
		TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	a
		a - LADO A (m)	0,90
		b - LADO B (m)	7,37
		-	
		-	
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	53,170
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	157,464
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	C-03
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-02

Figura 4 – (conclusão)

A-04		TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	a
		a - LADO A (m)	51,27
		b - LADO B (m)	1,00
		-	
		-	
		FÓRMULA 01 (a)	51,270
		FÓRMULA 02 (b)	51,270
		FÓRMULA 03 (c, d, g, h)	25,635
		FÓRMULA 04 (e)	25,635
		FÓRMULA 05 (f)	25,640
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	160,090
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	474,108
A-05		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	C-04
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-02
		TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	a
		a - LADO A (m)	51,27
		b - LADO B (m)	1,00
		-	
		-	
		FÓRMULA 01 (a)	51,270
		FÓRMULA 02 (b)	51,270
		FÓRMULA 03 (c, d, g, h)	25,635
		FÓRMULA 04 (e)	25,635
		FÓRMULA 05 (f)	25,640
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	163,840
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	485,214
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	C-05
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-03



Prefeitura Municipal de Araguari – MG

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL

Figura 5 – Determinação das Áreas de Contribuição da Cobertura para as Calhas e Caixas de Drenagem Pluvial (continua)

DIMENSIONAMENTO DE CALHAS CIRCULARES E RETANGULARES			
C-01		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)	287,030
		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
		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)	307,079
		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)	157,464
		Q - VAZÃO DA CALHA (L / MIN)	850,623

Figura 5 – (conclusão)

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 (‰)	0,50‰
		Q - VAZÃO DE PROJETO (L / MIN)	474,108
		Q - VAZÃO DA CALHA (L / MIN)	601,482
C-05		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 (‰)	0,50‰
		Q - VAZÃO DE PROJETO (L / MIN)	485,214
		Q - VAZÃO DA CALHA (L / MIN)	601,482



2.6 Dimensionamento dos Condutores Verticais e Horizontais

A NBR 10844: 1989 considera que o diâmetro mínimo do condutor vertical deve ser equivalente a 75 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 2 apresenta a correlação entre os diâmetros dos condutores verticais e suas respectivas vazões máximas de suporte.

Quadro 2 – 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.

Os valores obtidos estão representados na figura 6 abaixo:



Prefeitura Municipal de Araguari – MG

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL

Figura 6 – Determinação das Áreas de Contribuição do Térreo para os Condutores Horizontais e Caixas de Drenagem Pluvial (continua)

ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO – ÁGUAS PLUVIAIS (NBR 10.844 / 1989)			
ID	ÁREA	DADOS	VALORES
A-01		TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	a
		a - LADO A (m)	7,60
		b - LADO B (m)	6,20
		-	
		-	
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	76,250
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	225,815
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO (Ralo Coletor)	C-01
A-02		TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	a
		a - LADO A (m)	7,60
		b - LADO B (m)	5,15
		-	
		-	
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	79,710
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	236,062
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO (Ralo Coletor)	C-02
A-03		TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	a
		a - LADO A (m)	0,90
		b - LADO B (m)	7,37
		-	
		-	
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	12,310
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	36,456
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	C-03
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-02

Figura 6 – (continua)

A-04		TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	a
		a - LADO A (m)	51,27
		b - LADO B (m)	1,00
		-	
		-	
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	15,100
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	44,719
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	C-04
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-02
A-05		TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	a
		a - LADO A (m)	51,27
		b - LADO B (m)	1,00
		-	
		-	
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	18,570
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	54,395
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	C-05
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-03
A-06		TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	a
		a - LADO A (m)	123,80
		b - LADO B (m)	1,00
		-	
		-	
		A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	13,67
		TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
		Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	40,484
		CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	C-06
		CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-04



Prefeitura Municipal de Araguari – MG

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL

Figura 6 – (conclusão)

A-07	TIPO DE ÁREA (VER AO LADO)	a
	a - LADO A (m)	129,70
	b - LADO B (m)	1,00
	-	-
	-	-
	A - ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO CALCULADA (m²)	26,790
	TR - TEMPO DE RETORNO CONSIDERADO	25,00
	Q - VAZÃO TOTAL DA ÁREA (L / MIN)	79,339
	CALHA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	C-07
	CAIXA DE AREIA COLETORA DA CONTRIBUIÇÃO	CA-04

A partir dos valores obtidos, fez-se a verificação dos diâmetros considerando os parâmetros determinados conforme tabela 4 apresentada pela NBR 10844: 1989 (tabela 1):

Tabela 1 – Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)

	Diâmetro interno (D) (mm)	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
		0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Nota: As vazões foram calculadas utilizando-se a fórmula de Manning-Strickler, com a altura de lâmina de água igual a 2-3 D.

O resumo dos trechos e dimensões utilizadas para cada um pode ser observado na tabela 2 abaixo:

Tabela 2 – Áreas de contribuição do térreo

Trecho	Vazão (L/min)	Inclinação adotada (%)	Diâmetro interno adotado (mm)	Capacidade do condutor (L/min)
1	512,84	0,5	150	602,00
2	543,85	0,5	150	602,00
3	1056,69	0,5	200	1300,00
4	1567,24	1	200	1820,00
5	79,33	0,5	100	204,00
6	172,98	0,5	100	204,00
7	227,97	0,5	150	602,00
8	757,88	1	150	847,000

Os condutores horizontais devem ser projetados conforme valores indicados no projeto, podendo variar entre 0,5% a 1%. Os pontos devem ser verificados em projeto.



Prefeitura Municipal de Araguari – MG

PROJETO EXECUTIVO DE DRENAGEM PLUVIAL

Belo Horizonte, agosto de 2022.

JULIANA GONÇALVES OLIVEIRA
CREA - 239787 /D