

00	Emissão Inicial	NOV. 17			
Rev.	Modificação	Data	Elaborado	Verificado	Aprovado



Coord. CREA	Do	Projeto	Autor Proj. / Resp. Técnico	
Coord. CREA	Do	Contrato		

Cliente PREFEITURA DE MACEIÓ	Secretaria SEMINFRA
Projeto REDE DE FRIO	Secretaria Solicitante SMS

Localização LOT. DURVILLE, RUA EM PROJETO M, Nº 10 - CLIMA BOM - MACEIÓ-AL

Formato A4	Data NOVEMBRO/2017	Especialidade / Subespecialidade HIDROSSANITÁRIO	
Coord. Projeto	Rubrica	Especificação do documento MEMORIAL DE CALCULO	
Coord. Rubrica	Contrato	Tipo de obra CONSTRUÇÃO	Classe geral do projeto PROJETO BÁSICO
Autor Projeto	Rubrica	Substitui a	Substituída por
CONTRATO Nº 207/2017		Codificação 236.01-RFR-PB-ME-H00-01DE01-R00	

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	3
2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA.....	3
3. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ÁGUA FRIA	4
Consumo Máximo Possível Correspondências de Tubos com diâmetro 15mm (1/2")..	5
Consumo Máximo Provável Determinação dos Pesos e Vazões das Peças de Utilização	6
4. DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE ESGOTO (NBR 8160/99)	12
4.1.1. Detalhes	13
5. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS	19
5.2.1.1. Dimensionamento da Vazão de projeto (Q) Área de contribuição (m ²) A= 9,66	21
5.2.1.2. Dimensionamento dos condutores verticais.....	21
5.5.2.1 Dimensionamento da Vazão de projeto (Q) Área de contribuição (m ²) A= 46,19	21
5.2.1.2. Dimensionamento dos condutores verticais.....	22
5.5.3.1 Dimensionamento da Vazão de projeto (Q) Área de contribuição (m ²) A= 239,40.....	22
5.2.3.2. Dimensionamento dos condutores verticais.....	22
5.5.4.1 Dimensionamento da Vazão de projeto (Q) Área de contribuição (m ²) A= 160,29.....	23
5.2.4.2. Dimensionamento dos condutores verticais.....	23
5.5.4.1 Dimensionamento da Vazão de projeto (Q) Área de contribuição (m ²) A= 91,04	23
5.2.4.2. Dimensionamento dos condutores verticais.....	23

1. APRESENTAÇÃO

1.1. O presente memorial de cálculo constitui, juntamente com os projetos executivos de hidrossanitário e drenagem de água pluvial, elemento fundamental para o cumprimento das metas estabelecidas pela Prefeitura de Maceió, na execução dos serviços de Construção da REDE DE FRIO.

1.2. A elaboração deste trabalho teve como parâmetros as informações contidas nos projetos básicos, assim como as recomendações das Normas Técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

1.3. Todos os serviços deverão ser executados segundo as ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS, as respectivas Normas Técnicas da ABNT, bem como as especificações, metodologia e materiais descritos nos projetos básicos e executivos.

1.4. Será sempre suposto que esse memorial seja de total conhecimento da empresa encarregada da construção.

2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

2.1. ÁGUA FRIA:

- O abastecimento de água será proveniente de reservatório elevado dimensionado para atender o referido complexo da REDE DE FRIO.
- A água proveniente da concessionária local passará pelo medidor e abastecerá o reservatório inferior composta por 01 célula com capacidade total de 6.000,00 litros de água e daí será bombeada para o reservatório elevado situado próximo ao reservatório inferior com capacidade de reserva de 5.000,00 litros de água e daí abastecerá diretamente as unidades por pavimento, pelas colunas e ramais de distribuição conforme projeto de implantação geral.

2.2. TUBULAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO:

- As tubulações principais, todos os ramais e sub-ramais embutidos na parede das unidades, assentados pelo forro ou piso, seguirão o caminhamento apresentados no projeto anexo.

3. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ÁGUA FRIA

3.1. DIMENSIONAMENTO DO CONSUMO DIÁRIO

3.1.1. DADOS DO PROJETO:

Demandas de Consumo de Água	Consumo Per Capita Adotado (l/pessoa.dia)	Estimativa de População (pessoas)	Consumo Diário Estimado (litros/Dia)
Funcionários	50	90	4.500
Consumo Diário Total (Litros/Dia)			4.500

Consumo para 02 (dois) dias = $4.500 \times 2 = 9.000$ Litros

Volume do Reservatório Superior = 5.000 Litros

ALTURA DO RESERVATÓRIO SUPERIOR = 6,00 metros do piso acabado.

Volume do Reservatório Inferior = 6.000 Litros

3.1.2. DIMENSIONAMENTO DO RAMAL DE ENTRADA

Vazão Necessária: $Q = (CD + RTI) / 86400$

$Q = 9.000 / (86400) = 0,104 \text{ L/s} = 0,000104 \text{ m}^3/\text{dia}$ (Vel. Max. = 1m/s)

DIÂMETRO NOMINAL (mm) = 25

(ADOTAR BITOLA COMERCIAL Ø 40mm)

Pressão Disponível na Rede Pública = 4,00mca

Pressão Mínima Desejada no Rua = 1,00mca

Desnível Geométrico no Rua (Res. Inferior no Nível da Rua) = 0,50m

3.2. DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS (CONFORME NB-92/80 E EB-890/1977)

3.2.1. Sub-ramais

a) (Conforme NBR5626/82)

PEÇAS DE UTILIZAÇÃO	DIÂMETRO		PESO
	mm	polegada	
BACIA SANITÁRIA COM CAIXA ACOPLADA	15	½	0,3
CHUVEIRO	15	½	0,1
DUCHA OU BIDÊ	15	½	0,1
BANHEIRA	15	½	1,0
LAVATÓRIO	15	½	0,3
FILTRO	15	½	0,1
MÁQUINA DE LAVAR PRATO OU ROUPA	20	¾	1,0
PIA COZINHA	20	¾	0,7
TANQUE DE LAVAR ROUPA	15	½	0,7
MICTÓRIO	15	½	0,3

b) Ramais de Alimentação (Vazões e Pesos segundo a NBR5626/82)

Para os sanitários públicos coletivos o critério de dimensionamento adotado será o de consumo máximo Possível, enquanto os demais sanitários será dimensionado pelo consumo máximo provável.

Consumo Máximo Possível Correspondências de Tubos com diâmetro 15mm (1/2")

Diâmetro do encanamento		Número de encanamentos de 15mm (1/2") com a

mm	polegada	mesma capacidade
15	1/2	1
20	3/4	2,9
25	1	6,2
32	1.1/4	10,9
40	1.1/2	17,4
50	2	37,8
60	2.1/2	65,5
75	3	110,5
100	4	189

Consumo Máximo Provável Determinação dos Pesos e Vazões das Peças de Utilização

Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,7	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,3	1
Bebedouro		Registro de pressão	0,1	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,1	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,2	0,4
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,1	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,3	1
Lavatório		Torneira ou misturador	0,15	0,3
Mictório cerâmico	Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,5	2,8
	Sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou	0,15	0,3
		Válvula de descarga para mictório		
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
	Torneira elétrica	Torneira elétrica	0,1	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,2	0,4

Para os sanitários públicos coletivos o critério de dimensionamento adotado poderá ser o de Consumo Máximo Possível, enquanto os demais sanitários serão dimensionados pelo Consumo Máximo Provável.

b.1) Detalhe A - Pavimento Térreo – AF 01

AF 01 - Sistema Máximo Possível				
Quant.	Peças de Utilização	Nº Enc. Eqv. (3/4")	Somatória	Diam. Nom. (mm)
1	Pia	1	0,7	20
Somatória do Nº de Encanamentos			0,7	20
Diâmetro adotado (mm)				25

Detalhe G – Pavimento Térreo – AF 02

AF 02 - Sistema Máximo Possível				
Quant.	Peças de Utilização	Nº Enc. Eqv. (3/4")	Somatória	Diam. Nom. (mm)
1	Tanque	1	0,7	20
Somatória do Nº de Encanamentos			0,7	20
Diâmetro adotado (mm)				25

Detalhe B – Pavimento Térreo – AF 03

AF 03 - Sistema Máximo Possível				
Quant.	Peças de Utilização	Nº Enc. Eqv. (3/4")	Somatória	Diam. Nom. (mm)
1	Vaso Sanitário com caixa acoplada	1	0,3	20
2	Lavatório	2	1,0	20
1	Chuveiro	1	0,5	20
				20
Somatória do Nº de Encanamentos			1,80	20
Diâmetro adotado (mm)				25

Detalhe C – Pavimento Térreo – AF 04

AF 04 - Sistema Máximo Possível				
Quant.	Peças de Utilização	Nº Enc. Eqv. (3/4")	Somatória	Diam. Nom. (mm)
1	Vaso Sanitário com caixa acoplada	1	0,3	20
2	Lavatório	2	1,0	20
1	Chuveiro	1	0,5	20
				20
Somatória do Nº de Encanamentos			1,80	20
Diâmetro adotado (mm)				25

Detalhe E – Pavimento Térreo – AF 05

AF 05 - Sistema Máximo Possível				
Quant.	Peças de Utilização	Nº Enc. Eqv. (3/4")	Somatória	Diam. Nom. (mm)
1	Vaso Sanitário com caixa acoplada	1	0,3	20
1	Lavatório	1	0,5	20
				20
Somatória do Nº de Encanamentos			0,80	20
Diâmetro adotado (mm)				25

Detalhe F – Pavimento Térreo – AF 06

AF 06 - Sistema Máximo Possível				
Quant.	Peças de Utilização	Nº Enc. Eqv. (3/4")	Somatória	Diam. Nom. (mm)
1	Vaso Sanitário com caixa acoplada	1	0,3	20
1	Lavatório	1	0,5	20
				20
Somatória do Nº de Encanamentos			0,80	20
Diâmetro adotado (mm)				25

Detalhe F – Pavimento Térreo – AF 07

AF 07 - Sistema Máximo Possível				
Quant.	Peças de Utilização	Nº Enc. Eqv. (3/4")	Somatória	Diam. Nom. (mm)
1	Vaso Sanitário com caixa acoplada	1	0,3	20
1	Lavatório	1	0,5	20
				20
Somatória do Nº de Encanamentos			0,80	20
Diâmetro adotado (mm)				25

Detalhe I – Pavimento Térreo (Guarita) – AF 08

AF 08 - Sistema Máximo Possível				
Quant.	Peças de Utilização	Nº Enc. Eqv. (3/4")	Somatória	Diam. Nom. (mm)
1	Vaso Sanitário com caixa acoplada	1	0,3	20
1	Lavatório	1	0,5	20
				20
Somatória do Nº de Encanamentos			0,80	20
Diâmetro adotado (mm)				25

Detalhe H – Pavimento Térreo (Guarita) – AF 09

AF 09 - Sistema Máximo Possível				
Quant.	Peças de Utilização	Nº Enc. Eqv. (3/4")	Somatória	Diam. Nom. (mm)
2	Pia	2	1,4	20
Somatória do Nº de Encanamentos			1,40	20
Diâmetro adotado (mm)				25

3.3. CALCULO DA BOMBA DE RECALQUE

- Dimensionamento do Ramal Predial

Volume a ser recalcado diariamente = 5.000 lts

Tempo de funcionamento da bomba = 2.5 horas

Vazão de recalque $Q = 5 \div 2,5 = 2,50 \text{ m}^3/\text{h} = 0,00069 \text{ m}^3/\text{s} = 0,69 \text{ lts/s}$

$Q = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Tempo = 2 horas

ÁBACO = Ø 25mm

Tubulação de recalque Ø 25 mm

Tubulação de sucção Ø 32 mm

- Cálculo da Altura Manométrica

$$H_m = H_s + H_r + J_s + J_r + \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$H_s = 1,50 \text{ m}$

$H_r = 6,00 + 1,82 = 7,85 \text{ m}$

Perda de Carga na Sucção $J_s = J' \times L'$

$Q = 0,69 \text{ lts/s}$

Ø 32mm

ÁBACO = $J' = 0,032 \text{ m/m}$

Comprimento Real = 1,50m

Válvula de Pé e Crivo Ø 32 mm = 15,50 m

Curva de 90° Ø 32mm = 0,7 m
17,70 m

$J_s = 0,032 \times 17,70 = 0,56 \text{ m}$

Perda de Carga no recalque $J_r = J'' \times L''$

$Q = 0,69 \text{ lts/s}$

Ø 25mm

ÁBACO = $J'' = 0,01 \text{ m/m}$

Comprimento Real = 7,85 m

Válvula de retenção = 3,8 m

Tê de Saída Bilateral = 3,1 m

Tê de passagem direta = 0,9 m

Registro de gaveta = 0,3 m

Três curvas de 90° Ø 25 mm = 1,80 m

Saída de canalização de \varnothing 25mm = 1,3 m
17,75m

$$J_r = 0,01 \times 17,75 = 0,1775\text{m}$$

ALTURA REPRESENTATIVA DA VELOCIDADE V^2

2.g

$$Q = 0,69 \text{ lts/s}$$

$$\varnothing 25 \text{ mm}$$

$$\text{ÁBACO} = 0,4 \text{ m/s}$$

$$\frac{V^2}{2 \cdot g} = \frac{0,4^2}{2 \times 9,81} = 0,020 \text{ m}$$

$$H_m = 1,50 + 7,85 + 0,56 + 0,17 + 0,20$$

$$H_m = 10,28 \text{ m}$$

- Bomba

$$P = \frac{1000 \times Q \times H_m}{75 \times \mu} = \frac{1000 \times 0,00069 \times 10,28}{75 \times 0,50}$$

$$P = 0,19 \text{ CV} \Rightarrow 1,0 \text{ CV}$$

Potência da Bomba: 1,0 CV

OBS: Será instalado duas Bombas de Potencia de 1,0 CV cada, sendo 01 (uma) Bomba Principal e 01 (uma) Reserva.

4. DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE ESGOTO (NBR 8160/99)

4.1. RAMAIS DE DESCARGA

O dimensionamento do ramal de esgoto foi realizado pela Unidade Hunter de Contribuição (UHC).

TABELA 3

Aparelho sanitário		Número de Unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga DN (mm)
Bacia sanitária		6	100 ₍₁₎
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2 ₍₂₎	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial Preparação		3	50
Lavagem de painéis		4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50 ₍₃₎
Máquina de lavar roupas		3	50 ₍₃₎
(1) O diâmetro nominal DN mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para DN 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de DN 75, sem necessidade de peça especial de adaptação.			
(2)			

Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5).
(3) Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

Obs.: Para o ramal de descarga foi adotado um diâmetro mínimo de 40mm.

O diâmetro mínimo da tubulação do vaso sanitário é de 100mm.

Tabela 4 - Unidades de Hunter de contribuição para aparelhos não relacionados na tabela 3	
Diâmetro Nominal do Tubo DN (mm)	
40	3
50	6
75	20
100	160
150	620

Tabela 5 - Dimensionamento de ramais de esgoto	
Diâmetro nominal Número máximo de unidades de mínimo do tubo Hunter de contribuição	
DN	UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Os ramais de descarga subterrâneo serão constituídos por tubos e conexões de PVC rígido, com juntas elásticas e/ou soldáveis.

4.1.1. Detalhes

Pavimento Térreo – Detalhe A

Ramal tipo 1			
Quant.	Peças de Utilização	Peso (Unidade Hunter)	Total
1	Pia de Cozinha	4	4
Total			4
UHC / Diâmetro		4 UHC	50 mm

Pavimento Térreo – Detalhe B

Ramal tipo 1			
Quant.	Peças de Utilização	Peso (Unidade Hunter)	Total
2	Lavatório	4	8

1	Vaso sanitário	6	6
1	Chuveiro	2	2
Total			16
UHC / Diâmetro		16 UHC	100 mm

Pavimento Térreo – Detalhe C

Ramal tipo 1			
Quant.	Peças de Utilização	Peso (Unidade Hunter)	Total
2	Lavatório	4	8
1	Vaso sanitário	6	6
1	Chuveiro	2	2
Total			16
UHC / Diâmetro		16 UHC	100 mm

Pavimento Térreo – Detalhe D

Ramal tipo 1			
Quant.	Peças de Utilização	Peso (Unidade Hunter)	Total
1	Lavatório	2	4
1	Vaso sanitário	6	6
Total			10
UHC / Diâmetro		10 UHC	100 mm

Pavimento Térreo – Detalhe E

Ramal tipo 1			
Quant.	Peças de Utilização	Peso (Unidade Hunter)	Total
1	Lavatório	2	4
1	Vaso sanitário	6	6
Total			10
UHC / Diâmetro		10 UHC	100 mm

Pavimento Térreo – Detalhe F

Ramal tipo 1			
Quant.	Peças de Utilização	Peso (Unidade Hunter)	Total
1	Lavatório	2	4
1	Vaso sanitário	6	6
Total			10
UHC / Diâmetro		10 UHC	100 mm

Pavimento Térreo – Detalhe G

Ramal tipo 1			
Quant.	Peças de Utilização	Peso (Unidade Hunter)	Total
1	Tanque	3	3
Total			3
UHC / Diâmetro		3 UHC	50 mm

Pavimento Térreo – Detalhe H

Ramal tipo 1			
Quant.	Peças de Utilização	Peso (Unidade Hunter)	Total
2	Pia de Cozinha	4	8
Total			8
UHC / Diâmetro		8 UHC	50 mm

Pavimento Térreo – Detalhe I

Ramal tipo 1			
Quant.	Peças de Utilização	Peso (Unidade Hunter)	Total
1	Vaso Sanitário	6	6
1	Lavatório	2	2
Total			8
UHC / Diâmetro		8 UHC	100 mm

4.2. DIMENSIONAMENTO DE COLETORES PREDIAIS E SUBCOLETORES

O coletor predial e os sub-coletores foram dimensionados pela somatória das UHC conforme os valores da tabela abaixo.

O coletor predial deve ter diâmetro nominal mínimo DN 100.

Diâmetro Nominal do Tubo DN (mm)	NÚMERO MÁXIMO DE UNIDADES HUNTER DE CONTRIBUIÇÃO (UHC)			
	DECLIVIDADES MÍNIMAS (%)			
	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1.000
200	1.400	1.600	1.920	2.300
250	2.500	2.900	3.500	4.200
300	3.900	4.600	5.600	6.700
400	7.000	8.300	10.000	12.000

4.3. DIMENSIONAMENTO DA FOSSA SEPTICA

- Metodologia: conforme a NBR 7229/1993
- População Esgotável (N)
 - . População: 90 pessoas.
- Contribuição Per-capita
 - . $C = 50 \text{ l/hab.dia}$ (locais de longa permanência, conforme a NBR 7229/1993)
- Contribuição de Lodo Fresco
 - . $L_f = 0,30 \text{ l/hab.dia}$ (locais de longa permanência, conforme a NBR 7229/1993) para os internos.
- Contribuição Diária
 - . $Q_d = 50 \text{ hab.} \times 90 \text{ l/hab.dia} = 4.500 \text{ l/dia}$ ou $4.5 \text{ m}^3/\text{dia}$.
- Período de Detenção dos Despejos
 - . $T = 0,83 \text{ dias}$ (De 3.001 a 4.500 l/dia)
- Taxa de Acumulação do Lodo
 - . $K = 97$ (período de limpeza de 02 anos e temperatura ambiente $\geq 20^\circ\text{C}$)
- Volume Útil (V)
 - . $V = 1000 + N (CT + K L_f)$
 - . $V = 1000 + 90 \times (70 \times 0,83 + 97 \times 1,0) = 9 \text{ m}^3$.
- Altura útil
 - . $H = 1,50 \text{ m}$ (mínima de 1,50 m para V até 10 m^3)
- Seção Horizontal Requerida
 - . $S = V/H = 9 \text{ m}^3 / 1,50 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$;
- Seção Horizontal Adotada
 - . Largura = 2,00 m;
 - . Comprimento: 3,00 m;
 - . Seção adotada = $1,50 \text{ m}^2$.
- . **VOLUME CORRIGIDO** = 9 m^3 .

Dimensionamento dos Sumidouros

- Metodologia: conforme a NBR 13.969/1997
- População Esgotável
 - . População: 90 pessoas.
- Contribuição Per-capita
 - . 50 l/hab.dia (Residencial, padrão médio, conforme a NBR 7229/1993) para alojamentos internos.
- Contribuição Diária
 - . $Q_d = 50 \text{ l/hab.dia} \times 90 \text{ hab} = 4.500 \text{ l/dia ou } 4,5 \text{ m}^3/\text{dia}.$
- Taxa Máxima de Aplicação Diária
 - . Adotada a taxa de $40 \text{ l/m}^2.\text{dia}$, que corresponde à taxa de percolação de 160 min/m , própria de solos arenosos (areias siltsas e areias pouco argilosas).
- Área Total Necessária.
 - . $A = \text{Contribuição Diária/Taxa Máxima de Aplicação}$
 - . $A = 4.500 \text{ l/dia} \div 40 \text{ l/m}^2.\text{dia} = 112,5 \text{ m}^2.$
- Perímetro do Sumidouro.

$$P = 2\pi R$$

$$R = \text{Raio Interno do Sumidouro} = 0,75\text{m}$$

$$P = 2 \times (3,14) \times (0,75) = 4,71\text{m, onde,}$$

- Profundidade do Sumidouro.

$$H = A / P$$

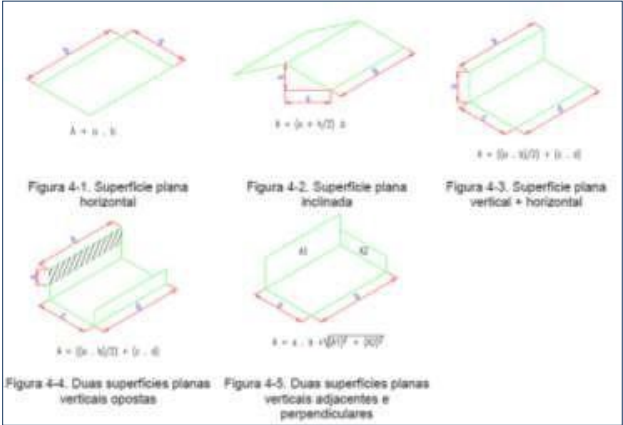
$$H = 112,5 / 4,71 = 23,91 = > 14 \text{ m}$$

Devem ser dimensionados, 01 sumidouro de diâmetro 1,50m e profundidade de 14m, cada um correspondendo a 100% da capacidade.

5. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS

5.1. DADOS GERAIS

5.1.1. Tabelas para dimensionamento da área de

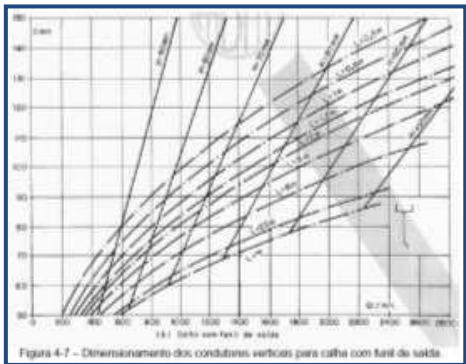
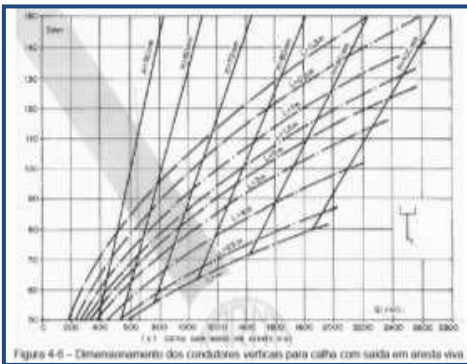


4.2.3 Intensidade de precipitação

A intensidade de precipitação (I) a ser adotada deve ser de 150mm/h quando a área de projeção horizontal for menor que 100m². Se a área exceder a 100m², utilizar a tabela 5 (Chuvas Intensas no Brasil) da NBR 10844/1989. Algumas cidades estão representadas na Tabela 4-1.

Tabela 4-1 – Chuvas intensas no Brasil para duração de 5 minutos (algumas cidades como exemplo).

Local	Intensidade pluviométrica		
	Período de retorno (anos)		
	1	5	25
Belém	138	157	185
Belo Horizonte	132	227	230
Florianópolis	114	120	144
Fortaleza	120	156	180
Goiânia	120	178	192
João Pessoa	115	140	163
Maceió	102	122	174
Manaus	138	180	198
Niterói (RJ)	130	183	250
Porto Alegre	118	146	167
Rio de Janeiro (Jardim Botânico)	122	167	227



contribuição e tubulações.

Tabela 4.3 – Coeficientes de rugosidade

Material	Coefficiente (n)
Plástico, fibrocimento, alumínio, aço inoxidável, aço galvanizado, cobre, latão	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica e concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não revestida	0,015

A Tabela 4.4 indica as capacidades de calhas semicirculares, usando coeficiente de rugosidade $n=0,011$ para alguns valores de declividade. Os valores foram calculados utilizando a fórmula de Manning-Strickler, com lâmina de água igual à metade do diâmetro interno.

Em calhas de beiral ou platibando, quando a saída estiver a menos de 4 metros de uma mudança de direção o vazão de projeto deve ser multiplicado pelos seguintes fatores de acordo com a Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Fatores multiplicativos da vazão de projeto

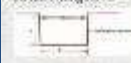
Tipos de calha	Curva a menos de 2m de saída (2<L<4)	Curva entre 2m e 4m de saída (2<L<4)
Canto reto	1,2	1,1
Canto arredondado	1,1	1,05

Tabela 4.4 – Capacidade das calhas semicirculares

Diâmetro interno (mm)	Vazões (l/min)		
	Declividades (%)		
	0,5	1	2
100	130	183	256
125	2356	333	466
150	384	541	757
200	829	1167	1634

Características geométricas das calhas

Calha retangular



$$S = a \cdot b$$

$$p = 2 \cdot a + 2 \cdot b$$

$$R_h = \frac{S}{p}$$

Calha circular



$$\alpha = 2 \cdot \arcsin\left(1 - \frac{2}{D}\right)$$

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{8} \cdot \alpha - \sin \alpha$$

$$p = \frac{\pi \cdot D}{2}$$

$$R_h = \frac{S}{p}$$

Tabela 4.5 – Capacidade dos 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
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

Calhas

As calhas são condutos livres

Equação de Chézy: $v = C \sqrt{R_h i}$

Equação de Manning: $C = \frac{1}{n} R_h^{2/3}$

Equação da continuidade: $Q = v \cdot S$

Então: $Q = \frac{1}{n} R_h^{2/3} S \sqrt{i}$

Onde:

v = velocidade do escoamento, m/s;

R_h = raio hidráulico, m;

i = declividade do fundo da calha, m/m;

S = área da seção transversal da calha, m²;

C = coeficiente de Chézy;

n = coeficiente de Manning;

Q = vazão, m³/s;

Tabela 4.5. Área de cobertura para condutores verticais de seção circular

Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Área de cobertura (m²)
50	0,57	17
75	1,76	53
100	3,78	114
125	7,00	212
150	11,53	348
200	25,18	760

Fonte: Adaptado de BOTELHO & RIBEIRO Jr. (1998).

Tabela 15 - Diâmetro do coletor vertical em função da área de telhado

Diâmetro Nominal	Área da seção transversal do condutor vertical (cm²)	Área do telhado (m²)
50	19,6	39
75	44,2	88
100	78,5	157
150	176,7	353
200	314,2	628
250	490,9	982
300	706,9	1.414

Fonte: TOMAZ (2003)

5.2. DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS

5.2.1. COBERTURA - GUARITA

5.2.1.1. Dimensionamento da Vazão de projeto (Q) Área de contribuição (m²) **A= 9,66**

Superfície plana horizontal com laje impermeabilizada de concreto

Intensidade Pluviométrica (MACEIÓ) $I = 122 \text{ mm/h}$

$T = 5 \text{ anos}$

Vazão de projeto

Qvp= 19,64

$$Q = \frac{I \cdot A}{60}$$

Q = vazão de projeto (l/min);

5.2.1.2. Dimensionamento dos condutores verticais

1º Método das vazões e ábaco das figuras 4.6 e 4.7

Q = vazão de projeto (l/min);	Q= 19,64
Divisão da vazão em 01 unidades (l/min.)	AP5 = 19,64
	D= 50mm

5.2.2 COBERTURA - GERADOR

5.2.2.1 Dimensionamento da Vazão de projeto (Q) Área de contribuição (m²) **A= 46,19**

Superfície plana horizontal com laje impermeabilizada de concreto

Intensidade Pluviométrica (MACEIÓ) $I = 122 \text{ mm/h}$

$T = 5 \text{ anos}$

Vazão de projeto

Qvp= 93,91

$$Q = \frac{I \cdot A}{60}$$

Q = vazão de projeto (l/min);

5.2.1.2. Dimensionamento dos condutores verticais

1º Método das vazões e ábaco das figuras 4.6 e 4.7

Q = vazão de projeto (l/min);	Q= 93,91
Divisão da vazão em 01 unidades (l/min.)	AP4 = 93,91
	D= 100mm

5.2.3 COBERTURA 01

5.5.3.1 Dimensionamento da Vazão de projeto (Q) Área de contribuição (m²) **A= 239,40**

Superfície plana horizontal com laje impermeabilizada de concreto

Intensidade Pluviométrica (MACEIÓ) I = 122 mm/h

T = 5 anos

Vazão de projeto

Qvp= 486,78

$$Q = \frac{I.A}{60}$$

Q = vazão de projeto (l/min);

5.2.3.2. Dimensionamento dos condutores verticais

1º Método das vazões e ábaco das figuras 4.6 e 4.7

Q = vazão de projeto (l/min);	Q= 486,78
Divisão da vazão em 01 unidades (l/min.)	AP1 E AP2 = 486,78
	D= 100mm

5.2.4 COBERTURA 02

5.5.4.1 Dimensionamento da Vazão de projeto (Q) Área de contribuição (m²) **A= 160,29**

Superfície plana horizontal com laje impermeabilizada de concreto

Intensidade Pluviométrica (MACEIÓ) $I = 122 \text{ mm/h}$

$T = 5 \text{ anos}$

Vazão de projeto

Qvp= 325,92

$$Q = \frac{I \cdot A}{60}$$

$Q = \text{vazão de projeto (l/min);}$

5.2.4.2. Dimensionamento dos condutores verticais

1º Método das vazões e ábaco das figuras 4.6 e 4.7

$Q = \text{vazão de projeto (l/min);}$	Q= 325,92
Divisão da vazão em 01 unidades (l/min.)	AP3 E AP4= 325,92
	D= 100mm

5.2.4 COBERTURA 03

5.5.4.1 Dimensionamento da Vazão de projeto (Q) Área de contribuição (m²) **A= 91,04**

Superfície plana horizontal com laje impermeabilizada de concreto

Intensidade Pluviométrica (MACEIÓ) $I = 122 \text{ mm/h}$

$T = 5 \text{ anos}$

Vazão de projeto

Qvp= 91,04

$$Q = \frac{I \cdot A}{60}$$

$Q = \text{vazão de projeto (l/min);}$

5.2.4.2. Dimensionamento dos condutores verticais

1º Método das vazões e ábaco das figuras 4.6 e 4.7

Q = vazão de projeto (l/min);	Q= 185,12
Divisão da vazão em 01 unidades (l/min.)	AP5= 185,12
	D= 100mm