

Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Civil
Disciplina ECV5317 – Instalações I

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS

Prof. EneDir Ghisi, PhD
Eloir Carlos Gugel, Eng. Civil

Florianópolis, Junho de 2005

Sumário

1	Instalações prediais de águas pluviais.....	3
2	Terminologia.....	3
3	Componentes da instalação.....	4
3.1	Formato das calhas.....	4
3.2	Tipos de calhas.....	4
3.3	Materiais utilizáveis.....	4
4	Projeto de instalações prediais de águas pluviais.....	4
4.1	Principais prescrições da NBR 10844 a serem observadas e adotadas.....	4
4.2	Fatores meteorológicos.....	5
4.2.1	Duração da precipitação.....	5
4.2.2	Período de retorno.....	5
4.2.3	Intensidade de precipitação.....	5
4.3	Área de contribuição.....	5
4.4	Vazão de projeto.....	6
4.5	Dimensionamento das calhas.....	6
4.6	Dimensionamento dos condutores verticais.....	8
4.7	Caixa de areia.....	9
4.8	Dimensionamento dos condutores horizontais.....	10
4.9	Modelos comerciais.....	14
4.10	Apresentação do projeto.....	14
5	Referências Bibliográficas.....	14

1 Instalações prediais de águas pluviais

As instalações prediais de águas pluviais seguem as preconizações da norma NBR 10844 (ABNT, 1989) - Instalações Prediais de Águas Pluviais.

Os objetivos específicos que se pretende atingir com o projeto de instalações de águas pluviais são os seguintes:

- Permitir recolher e conduzir as águas da chuva até um local adequado e permitido;
- Conseguir uma instalação perfeitamente estanque;
- Permitir facilmente a limpeza e desobstrução da instalação;
- Permitir a absorção de choques mecânicos;
- Permitir a absorção das variações dimensionais causadas por variações térmicas bruscas;
- Ser resistente às intempéries e à agressividade do meio (Ex. maresia da orla marítima);
- escoar a água sem provocar ruídos excessivos;
- Resistir aos esforços mecânicos atuantes na tubulação;
- Garantir indeformabilidade através de uma boa fixação da tubulação.

Segundo CREDER (1995), os códigos de obras dos municípios, em geral, proíbem o caimento livre da água dos telhados de prédios de mais de um pavimento, bem como o caimento em terrenos vizinhos. Tal água deve ser conduzida aos condutores de águas pluviais, ligados a caixas de areia no térreo; daí, podendo ser lançada aos coletores públicos de águas pluviais. Aplica-se a drenagem de águas pluviais em coberturas, terraços, pátios, etc.

2 Terminologia

Apresentam-se abaixo algumas das definições associadas aos conceitos de hidrologia e hidráulica:

- **Altura pluviométrica:** é o volume de água precipitada (em mm) por unidade de área, ou é a altura de água de chuva que se acumula, após um certo tempo, sobre uma superfície horizontal impermeável e confinada lateralmente, desconsiderando a evaporação.
- **Intensidade pluviométrica:** é a altura pluviométrica por unidade de tempo (mm/h).
- **Duração de precipitação:** é o intervalo de tempo de referência para a determinação de intensidades pluviométricas.
- **Período de retorno:** número médio de anos em que, para a mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica é igualada ou ultrapassada apenas uma vez.
- **Área de contribuição:** soma das áreas das superfícies que, interceptando chuva, conduzem as águas para determinado ponto da instalação.
- **Tempo de concentração:** intervalo de tempo decorrido entre o início da chuva e o momento em que toda a área de contribuição passa a contribuir para determinada seção transversal de um condutor ou calha.
- **Calha:** canal que recolhe a água de coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino.
- **Condutor horizontal:** canal ou tubulação horizontal destinada a recolher e conduzir águas pluviais até locais permitidos pelos dispositivos legais.
- **Condutor vertical:** tubulação vertical destinada a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-las até a parte inferior do edifício.
- **Perímetro molhado:** linha que limita a seção molhada junta as paredes e ao fundo do condutor ou calha.
- **Área molhada:** área útil de escoamento em uma seção transversal de um condutor ou calha.
- **Raio hidráulico:** é a relação entre a área e o perímetro molhado.
- **Vazão de projeto:** vazão de referência para o dimensionamento de condutores e calhas.
- **Coefficiente de deflúvio superficial:** quantidade de chuva que escoar superficialmente.

3 Componentes da instalação

3.1 Formato das calhas

As calhas apresentam geralmente as seções em forma de V, U, semicircular, quadrada ou retangular.

3.2 Tipos de calhas

Diversos tipos de calhas podem ser instaladas. A Figura 3-1. Calha de beiral ilustra a calha instalada em beiral; a Figura 3-2 ilustra a calha instalada em platibanda e a Figura 3-3 ilustra a calha instalada no encontro das águas do telhado (água-furtada).

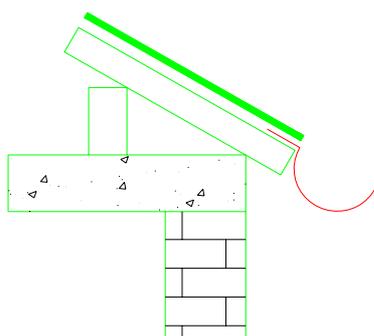


Figura 3-1. Calha de beiral

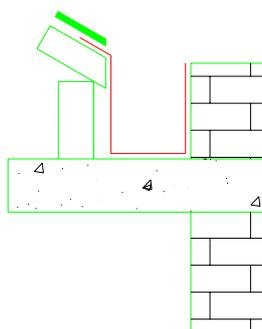


Figura 3-2. Calha de platibanda

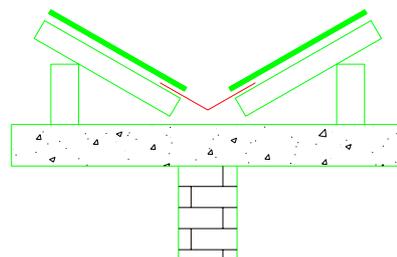


Figura 3-3. Calha água furtada

3.3 Materiais utilizáveis

Segundo a NBR 10844, os seguintes materiais podem ser utilizados para coleta e condução das águas pluviais:

- Calha: aço galvanizado, folhas de flandres, cobre, aço inoxidável, alumínio, fibrocimento, pvc rígido, fibra de vidro, concreto ou alvenaria.
- Conductor vertical: ferro fundido, fibrocimento, pvc rígido, aço galvanizado, cobre, chapas de aço galvanizado, folhas de flandres, chapas de cobre, aço inoxidável, alumínio ou fibra de vidro.
- Conductor horizontal: ferro fundido, fibrocimento, pvc rígido, aço galvanizado, cerâmica vidrada, concreto, cobre, canais de concreto ou alvenaria.

As canalizações enterradas devem ser assentadas em terreno resistente ou sobre base apropriada, livre de detritos ou materiais pontiagudos. O recobrimento mínimo deve ser de 30cm. Caso não seja possível executar esse recobrimento mínimo de 30cm, ou onde a canalização estiver sujeita a carga de rodas, fortes compressões ou ainda, situada em área edificada, deverá existir uma proteção adequada com uso de lajes ou canaletas que impeçam a ação desses esforços sobre a canalização.

4 Projeto de instalações prediais de águas pluviais

4.1 Principais prescrições da NBR 10844 a serem observadas e adotadas

- O sistema de esgotamento das águas pluviais deve ser completamente separado da rede de esgotos sanitários, rede de água fria e de quaisquer outras instalações prediais. Deve-se prever dispositivo de proteção contra o acesso de gases no interior da tubulação de águas pluviais, quando houver risco de penetração destes.

- Nas junções e, no máximo de 20 em 20 metros, deve haver uma caixa de inspeção.
- Quando houver risco de obstrução, deve-se prever mais de uma saída.
- Lajes impermeabilizadas devem ter declividade mínima de 0,5%.
- Calhas de beiral e platibanda devem ter declividade mínima de 0,5%.
- Nos casos em que um extravasamento não pode ser tolerado, pode-se prever extravasores de calha que descarregam em locais adequados.
- Sempre que possível, usar declividade maior que 0,5% para os condutores horizontais.

4.2 Fatores meteorológicos

Para se determinar a intensidade pluviométrica (I) para fins de projeto, deve ser fixada a duração da precipitação e do período de retorno adequado, com base em dados pluviométricos locais.

4.2.1 Duração da precipitação

Deve ser fixada em 5 minutos.

4.2.2 Período de retorno

A NBR 10844 fixa os seguintes períodos de retorno, baseados nas características da área a ser drenada:

- T = 1 ano: para áreas pavimentadas onde empoçamentos possam ser tolerados;
- T = 5 anos: para coberturas e/ou terraço;
- T = 25 anos: para coberturas e áreas onde empoçamentos ou extravasamentos não possam ser tolerados.

4.2.3 Intensidade de precipitação

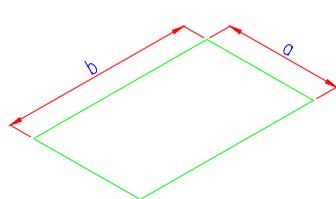
A intensidade de precipitação (I) a ser adotada deve ser de 150mm/h quando a área de projeção horizontal for menor que 100m². Se a área exceder a 100m², utilizar a tabela 5 (Chuvas Intensas no Brasil) da NBR 10844/1989. Algumas cidades estão representadas na Tabela 4-1.

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

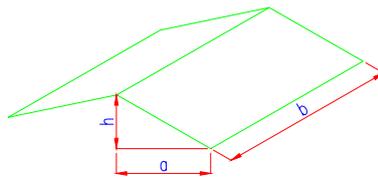
4.3 Área de contribuição

O vento deve ser considerado na direção que ocasionar maior quantidade de chuva interceptada pelas superfícies consideradas. A área de contribuição deve ser tomada na horizontal e receber um incremento devido à inclinação da chuva. Estes incrementos são calculados de acordo com a NBR 10844. Alguns exemplos estão apresentados nas Figura 4-1 até Figura 4-5.



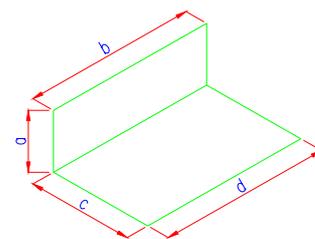
$$A = a \cdot b$$

Figura 4-1. Superfície plana horizontal



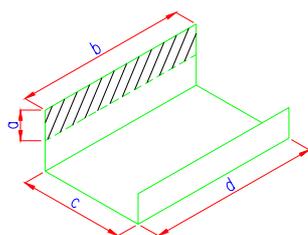
$$A = (a + h/2) \cdot b$$

Figura 4-2. Superfície plana inclinada



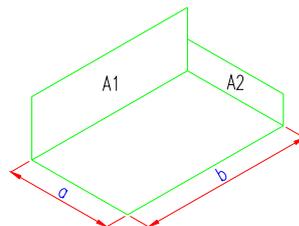
$$A = ((a \cdot b)/2) + (c \cdot d)$$

Figura 4-3. Superfície plana vertical + horizontal



$$A = ((a \cdot b)/2) + (c \cdot d)$$

Figura 4-4. Duas superfícies planas verticais opostas



$$A = a \cdot b + \sqrt{(A1)^2 + (A2)^2}$$

Figura 4-5. Duas superfícies planas verticais adjacentes e perpendiculares

4.4 Vazão de projeto

A vazão de projeto é determinada pela fórmula:

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

onde:

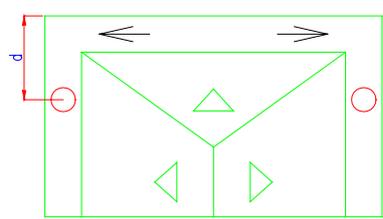
Q = vazão de projeto (l/min);

I = intensidade pluviométrica (mm/h);

A = área de contribuição (m²).

Em calhas de beiral ou platibanda, quando a saída estiver a menos de 4 metros de uma mudança de direção à vazão de projeto deve ser multiplicada pelos seguintes fatores de acordo com a Tabela 4-2.

Tabela 4-2 – Fatores multiplicativos da vazão de projeto.

	Tipo de curva	Curva a menos de 2m de saída (d<2m)	Curva entre 2m e 4m da saída (2<d<4)
	Canto reto		1,2
Canto arredondado		1,1	1,05

4.5 Dimensionamento das calhas

As calhas podem ser dimensionadas pela fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = \frac{K \cdot S \cdot \sqrt{R_H^2} \cdot \sqrt{i}}{n}$$

onde:

Q = vazão da calha (l/min);

S = área molhada (m^2);

R_H = raio hidráulico = S/P (m);

P = perímetro molhado (m);

i = declividade da calha (m/m);

n = coeficiente de rugosidade;

K = 60000 (coeficiente para transformar a vazão em m^3/s para l/min).

A Tabela 4-3 indica os coeficientes de rugosidade dos materiais normalmente utilizados na confecção de calhas.

Tabela 4-3 – Coeficientes de rugosidade.

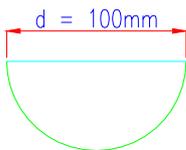
Material	Coeficiente (n)
Plástico, fibrocimento, alumínio, aço inoxidável, aço galvanizado, cobre, latão	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica e concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não revestida	0,015

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.

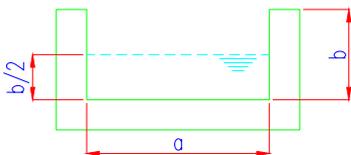
Tabela 4-4 – Capacidade das calhas semicirculares.

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

Exercício 4-1. Dimensionar a vazão da calha abaixo. O material a ser utilizado é o plástico e a inclinação é de 0,5%.



Exercício 4-2. Verificar a vazão de calhas retangulares de concreto alisado com lâmina de água a meia altura.



4.6 Dimensionamento dos condutores verticais

Os condutores deverão ser instalados, sempre que possível, em uma só prumada. Quando houver necessidade de desvios devem ser utilizadas curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45°, sempre com peças de inspeção. Dependendo do tipo de edifício e material dos condutores, os mesmos poderão ser instalados interna ou externamente ao edifício.

O diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção vertical é de 75mm e devem ser dimensionados a partir dos seguintes dados:

- Q = vazão de projeto (l/min);
- H = altura da lâmina de água na calha (mm);
- L = comprimento do condutor vertical (m).

A partir dos dados deve-se consultar os ábacos das Figura 4-6 e Figura 4-7, da seguinte maneira: levantar uma vertical por Q até interceptar as curvas de H e L correspondentes. No caso de não haver curvas dos valores de H e L, interpolar entre as curvas existentes. Transportar a interseção mais alta até o eixo D. Deve-se adotar um diâmetro nominal interno superior ou igual ao valor encontrado no ábaco.

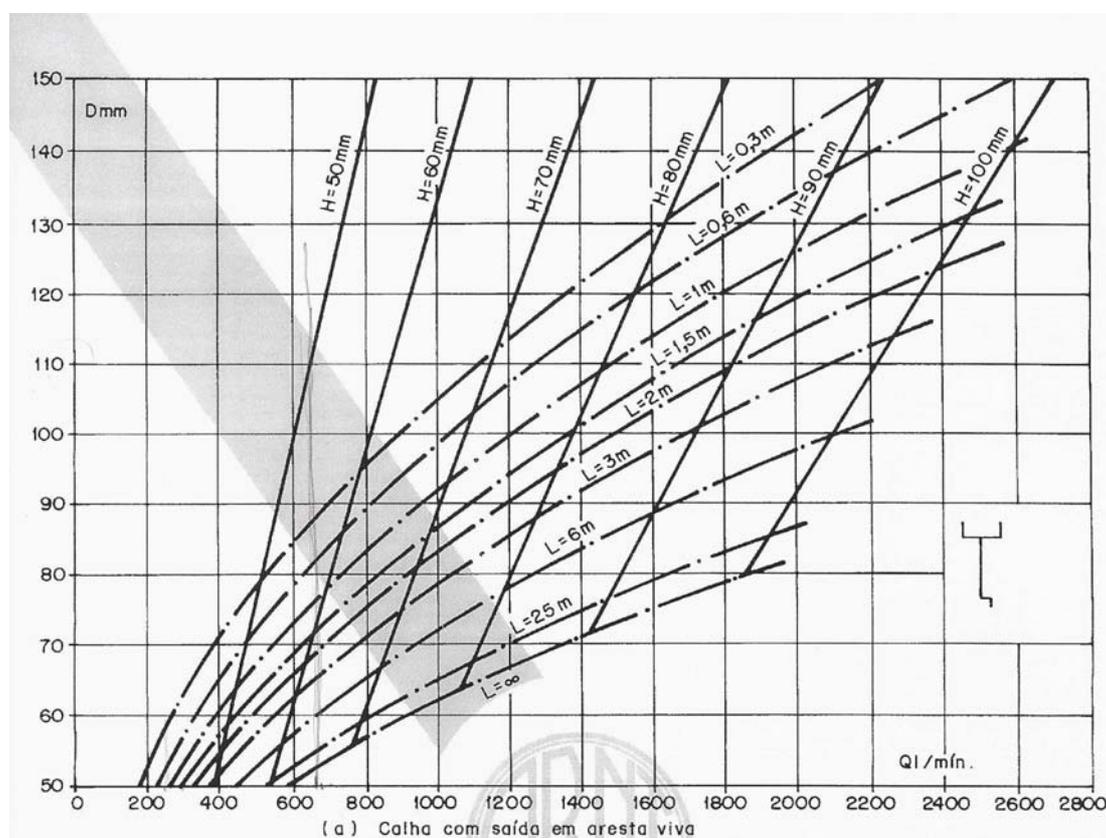


Figura 4-6 – Dimensionamento dos condutores verticais para calha com saída em aresta viva.

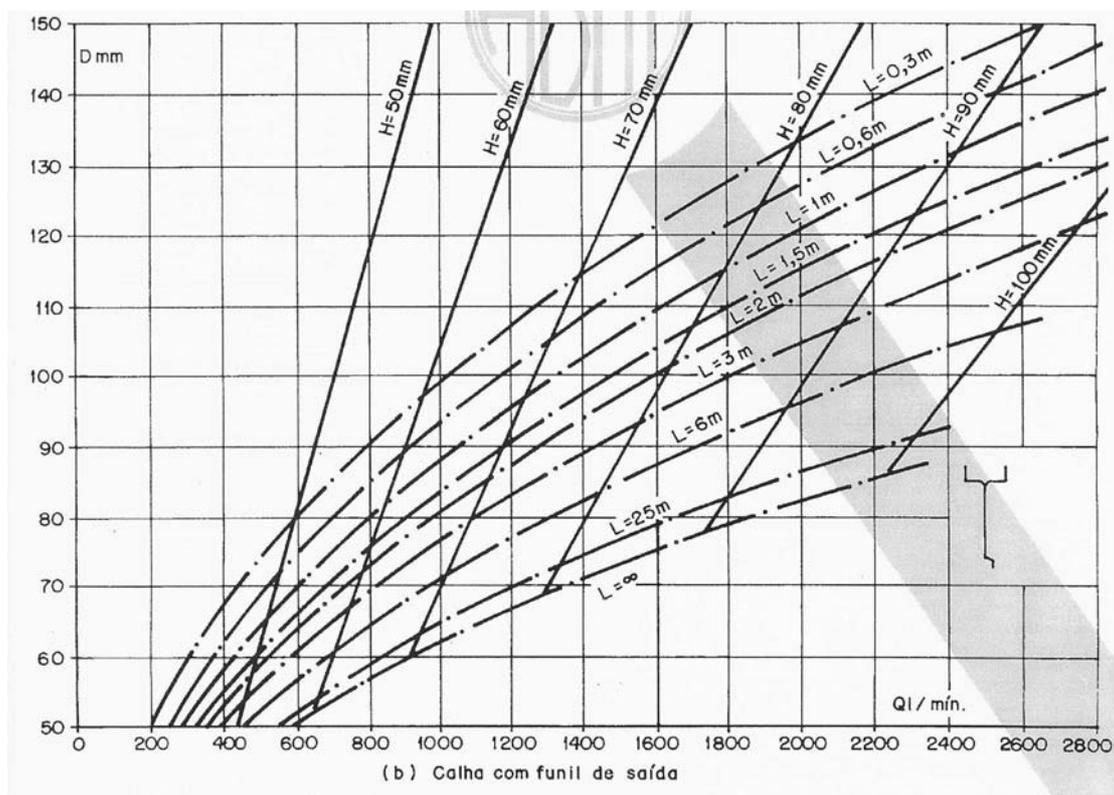


Figura 4-7 – Dimensionamento dos condutores verticais para calha com funil de saída.

Exercício 4-3. Dimensionar o condutor vertical de uma instalação de águas pluviais com base nos seguintes dados: $Q = 650 \text{ l/min}$; $H = 50 \text{ mm}$, $L = 6 \text{ m}$, utilizando os ábacos (Figura 4-6 e Figura 4-7).

4.7 Caixa de areia

Devem ser previstas inspeções nas tubulações aparentes nos seguintes casos:

- conexão com outra tubulação;
- mudança de declividade e/ou de direção;
- a cada trecho de 20 metros nos percursos retilíneos.

Devem ser previstas caixas de areia nas tubulações nos seguintes casos:

- nas conexões com outra tubulação;
- mudança de declividade e/ou direção;
- a cada trecho de 20 metros nos percursos retilíneos.

Em ambos os casos, em cada descida (condutor vertical) ou no pé do tubo condutor vertical deverá ser instalada uma caixa de areia. De acordo com a 10844, a ligação entre os condutores verticais e horizontais é sempre feita por curva de raio longo com inspeção caixa de areia. A Figura 4-8 indica um modelo desta caixa.

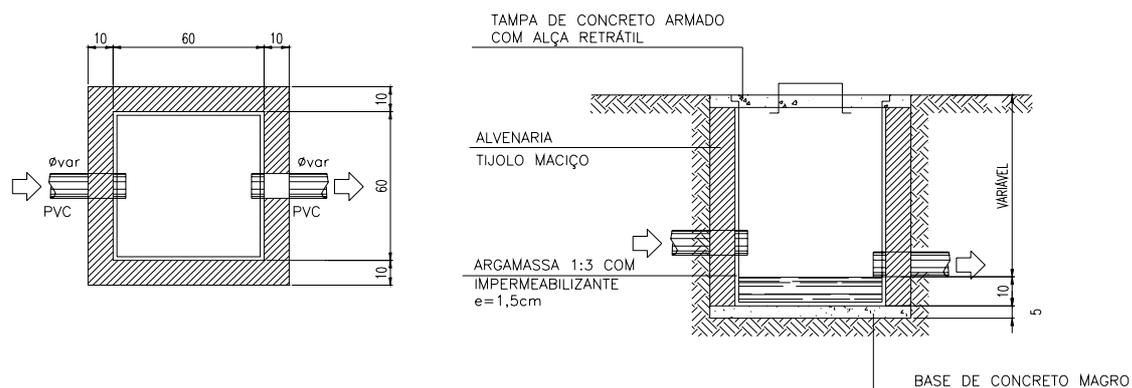


Figura 4-8 – Exemplo de caixa de areia (planta baixa e corte).

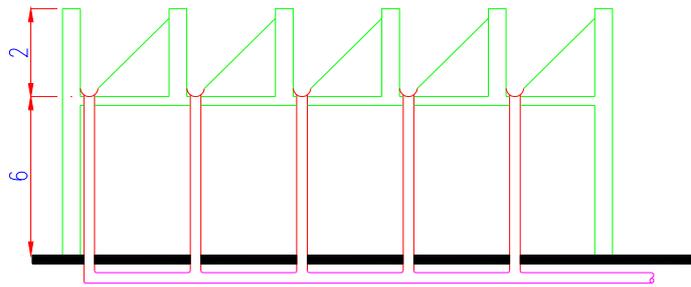
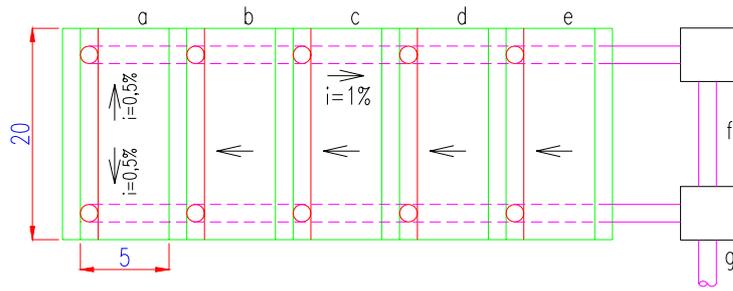
4.8 Dimensionamento dos condutores horizontais

Utilizando-se a fórmula de Manning-Strickler e considerando uma altura de lâmina igual a 2/3 do diâmetro, confeccionou-se a Tabela 4-5. Nesta tabela, o diâmetro é determinado a partir da rugosidade, da declividade adotada e da vazão necessária.

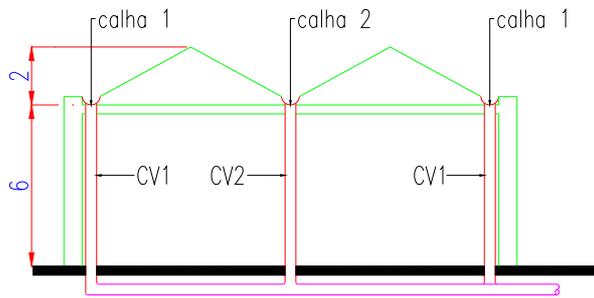
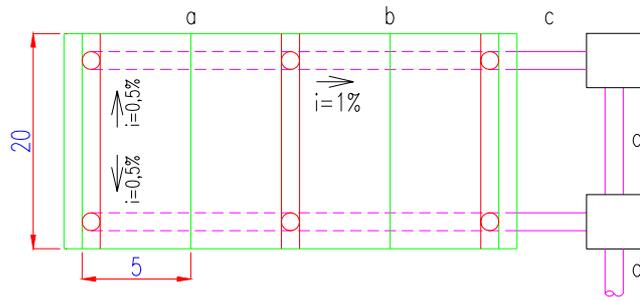
Tabela 4-5 – Capacidade dos condutores horizontais de seção circular (vazões em l/min).

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

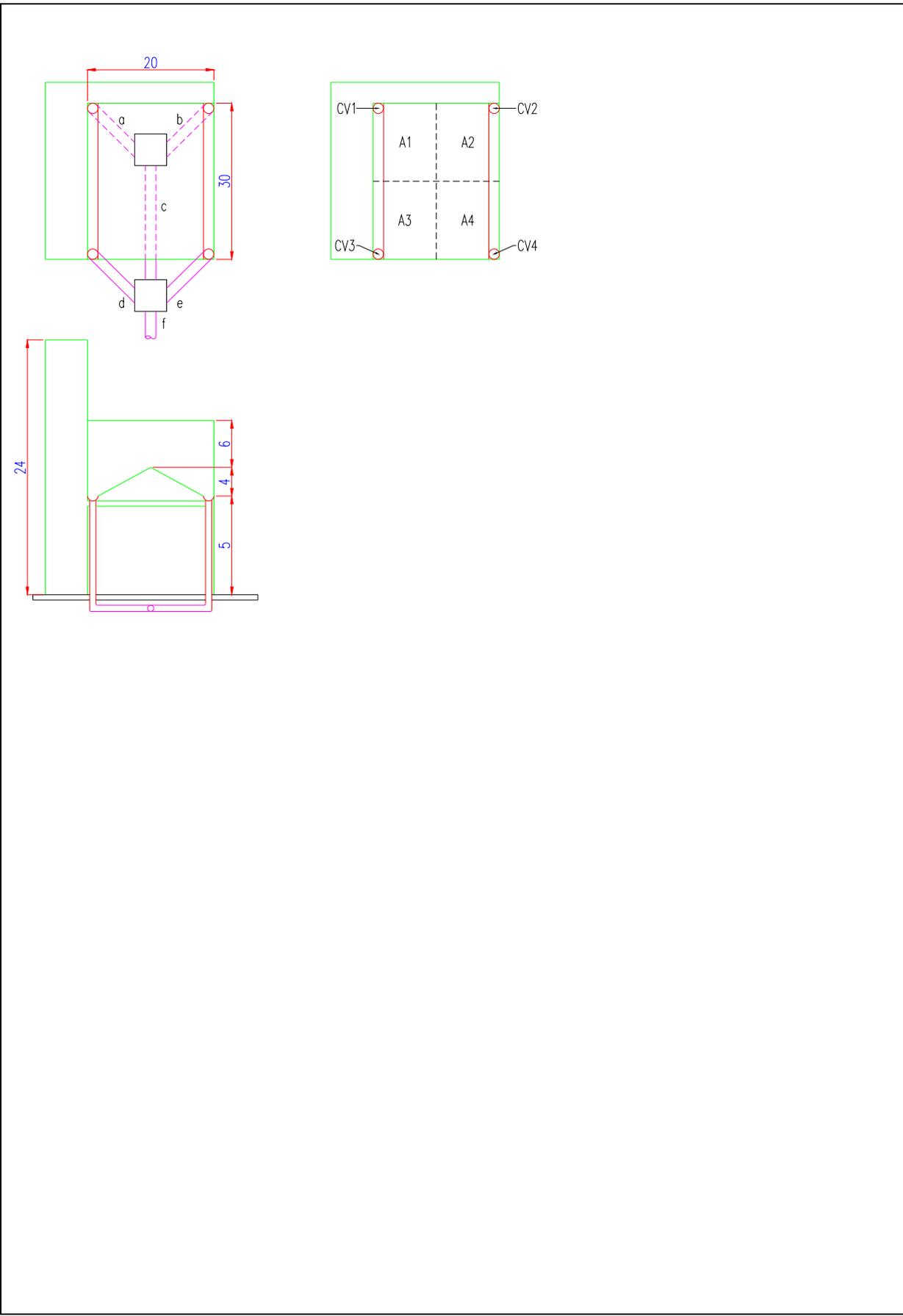
Exercício 4-4. Dimensionar a calha e os condutores horizontais e verticais da edificação abaixo:



Exercício 4-5. Dimensionar a calha e os condutores horizontais e verticais da edificação abaixo:



Exercício 6. Dimensionar a calha e os condutores horizontais e verticais da edificação abaixo:



4.9 Modelos comerciais

Existem fabricantes de produtos para instalações de águas pluviais com tabelas próprias. No caso do fabricante TIGRE, a linha AQUAPLUV STYLE é dimensionada através da Tabela 4-6 para cada localidade apresentada, levando-se em consideração a capacidade do bocal de saída da calha. Através da tabela pode-se dimensionar o número de condutores verticais. Os condutores horizontais são dimensionados com o uso da Tabela 4-6.

Tabela 4-6 – Tabela de escoamento para linha AQUAPLUV STYLE (TIGRE).

Localidades	Área de telhado que um bocal retangular pode escoar (m ²)	Área de telhado que um bocal circular pode escoar (m ²)
Aracaju – SE	137,70	175,80
Belém - PA	107,01	136,61
Belo Horizonte – MG	74,01	94,49
Cuiabá – MT	88,42	112,89
Curitiba – PR	82,35	105,14
Florianópolis – SC	140,00	178,74
Fortaleza – CE	107,69	137,49
Goiânia – GO	94,38	120,50
João Pessoa – PB	120,00	153,20
Maceió – Al	137,70	175,80
Manaus – AM	93,33	119,16
Natal – RN	140,00	178,74
Porto Alegre – RS	115,07	146,91
Porto Velho – RO	100,60	128,43
Rio Branco – AC	120,86	154,30
Rio de Janeiro – RJ	96,55	123,27
Salvador – BA	137,70	178,80
São Luís – MA	133,33	170,22
São Paulo – SP	97,67	124,70
Teresina – PI	70,00	89,37
Vitória - ES	107,69	137,49

Fonte: *site da internet* www.tigre.com.br

4.10 Apresentação do projeto

O projeto de instalações prediais de águas pluviais deve ser composto de plantas baixas de todos os pavimentos (de um pavimento tipo no caso de sua existência), planta de cobertura, locação, detalhes, memorial descritivo e de cálculo. Todas as pranchas devem possuir legenda e selo. O espaço acima do selo deve ser reservado para carimbos de aprovação pelos órgãos competentes.

5 Referências Bibliográficas

- ABNT (1989). NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais.
- CREDER, H. (1995). Instalações hidráulicas e sanitárias. Livros Técnicos e Científicos Editora, 5ª Edição.
- Código de Obras e Edificações de Florianópolis (2000), Disponível em http://www.pmf.sc.gov.br/prefeitura/codigo_obras_edificacoes/index.html.
- MACINTYRE, A.J. Manual de instalações hidráulicas e sanitárias. Ed. Guanabara, 1990.
- www.tigre.com.br, acesso em janeiro de 2005.