

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E
CONSTRUÇÃO CIVIL

NOTAS DE AULAS
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS I
ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Profa. Tereza Denyse P. de Araújo

Março 2003

ESCOAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

- 1. INTRODUÇÃO**
- 2. CAPTAÇÃO**
- 3. ESCOAMENTO**
- 4. EXECUÇÃO**
- 5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

1. INTRODUÇÃO

A água da chuva é um dos elementos que mais causa danos às construções, comprometendo a durabilidade e a aparência da obra. É necessário então projetar o escoamento das águas, de modo que ela escoe pelo mais curto trajeto e no menor tempo possível. Este projeto deve ser completamente separado do projeto dos esgotos sanitários, evitando com isso a penetração dos gases dos esgotos primários no interior da habitação. O projeto de esgotamento de águas pluviais é regido pela NB-611, da ABNT, Instalações Prediais de Águas Pluviais, em que fixa exigências e critérios necessários a esse tipo de instalação, visando garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia.

O sistema de captação de águas pluviais tem como principal função recolher e conduzir para um determinado local às águas provenientes da chuva que atingem a edificação, garantindo, desta forma, que não haja excessiva umidade no edifício. Este sistema engloba desde o telhado propriamente dito até a um sistema de destinação dessas águas, que pode ser lançada no terreno, com o cuidado para não haver erosão, usando para isso leito de pedras no local de impacto; ou na sarjeta da rua ou em tubulação enterrada sob o passeio, pelo sistema público, chegando até um córrego ou rio; ou em uma cisterna (reservatório inferior) de acumulação de água, para uso posterior.

Nas instalações de águas pluviais, as superfícies do telhado devem ter declividades compatíveis com a rugosidade das telhas ou o formato da calha, a fim de garantir uma correta drenagem e evitar sobrecargas de lâminas de água.

1.1. Estimativas de Precipitação e Vazão a Escoar

A NB-611 fornece os critérios para dimensionar os componentes do sistema de captação de águas pluviais.

Sabe-se, por experiência, que chuvas de grande intensidade são de curta duração e as chuvas prolongadas são de menor intensidade. Os componentes do sistema recebem esta precipitação, portanto, devem ser dimensionados para essas chuvas intensas, de modo que as águas sejam drenadas totalmente e num curto espaço de tempo, evitando-se os alagamentos, transbordamentos e infiltrações.

A norma estabelece que cada obra, em face de seu vulto ou responsabilidade, deve ter seu tempo de retorno. Este período de retorno é definido como o número médio de anos em que,

para a mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica será igualada ou ultrapassada apenas uma vez. Adotam-se, em geral, os seguintes valores:

T= 1 ano, para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados.

T= 5 anos, para coberturas e/ou telhados.

T= 25 anos, para coberturas e áreas onde empoçamentos não possam ser tolerados.

Outro ponto importante a ser utilizado no projeto é a intensidade pluviométrica, a qual é fornecida pela norma, em função do tempo de retorno e do local. Para obras de vulto corrente e de área de telhado de até 100 m² pode-se adotar a medida de chuva padrão de 150 mm/h de intensidade e duração de 5 minutos. O valor da intensidade, para as várias regiões do Brasil, pode ser encontrado no trabalho “Chuvas Intensas no Brasil” do Eng^o. Otto Pfafstetter. A Tabela 1 apresenta de forma resumida a intensidade das chuvas de algumas capitais brasileiras.

Tabela 1. Índices pluviométricos de algumas cidades brasileiras.

LOCAL	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)		
	PERÍODO DE RETORNO (anos)		
	1	5	25
Belém	138	157	185
Belo Horizonte	132	227	230
Fernando de Noronha	110	120	140
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
São Paulo (Santana)	122	172	191

Conhecendo-se a intensidade pluviométrica e sabendo que a chuva corresponde a uma vazão unitária sobre a cobertura, pode-se estimar a vazão a ser coletada pelas calhas através da seguinte fórmula:

$$Q = \frac{i \times A}{3600} \quad (1)$$

onde i é a intensidade pluviométrica em mm/h; A é a área de contribuição em m² e Q é a vazão em l/s, sendo que para $i = 150$ mm/h, tem-se $Q = 0,042$ l/s.

Para locais onde os índices pluviométricos são bem elevados para chuvas de curta duração, tem-se adotado o valor de 170 mm/h para a intensidade pluviométrica, e onde a extrema segurança é necessária, adota-se 216 mm/h. Considerando que as chuvas não caem horizontalmente, a norma fornece critérios para determinar a área de contribuição em função da arquitetura dos telhados. A Figura 1 mostra o que esta norma determina para o cálculo desta área em vários casos.

Deve-se lembrar, contudo, que as condições de dimensionamento deste sistema são bastante complexas e envolve diversos fatores. Portanto, para grandes áreas e construções importantes,

recomenda-se encarregar um projetista hidráulico, de comprovada idoneidade e competência, do dimensionamento do sistema de águas pluviais.

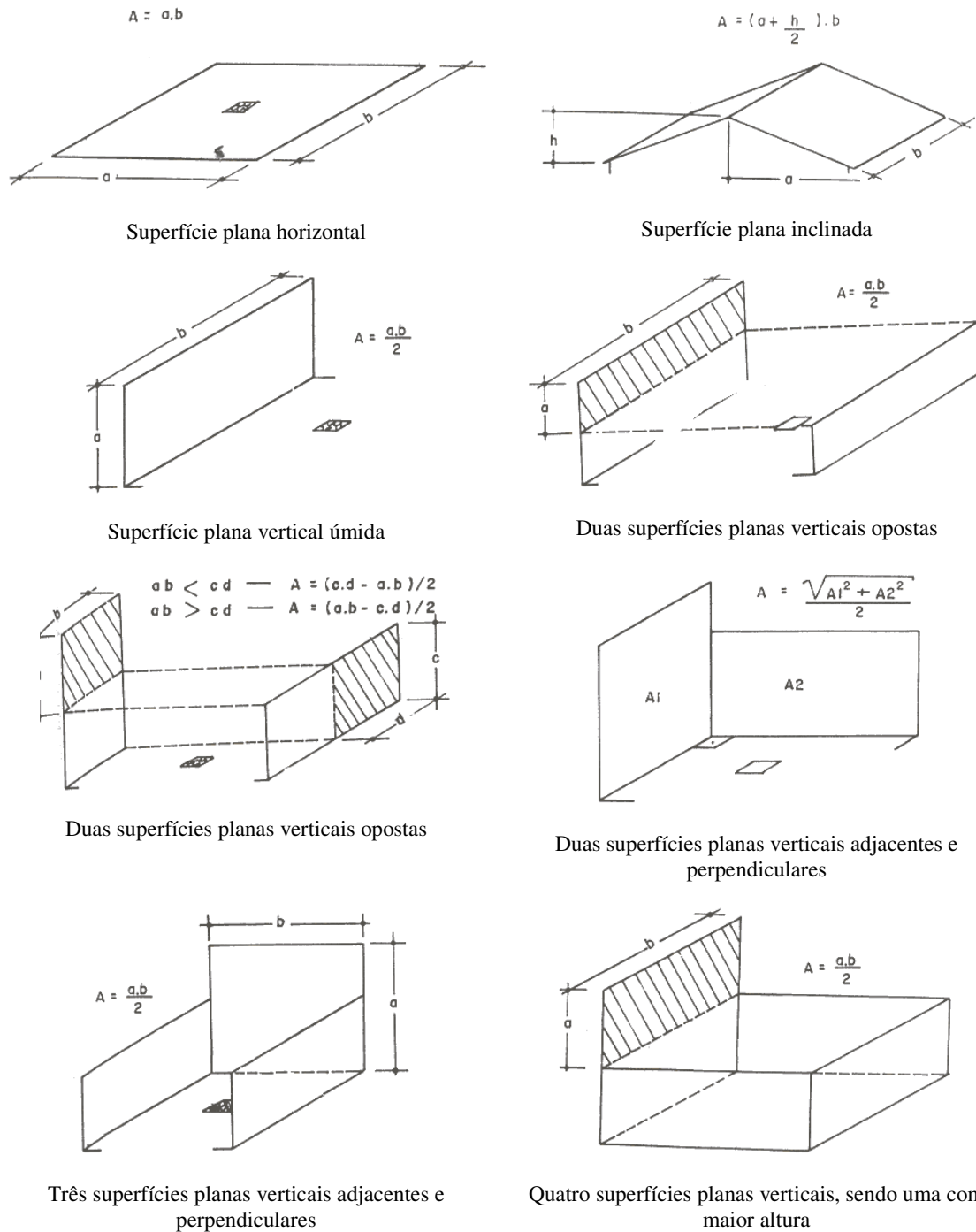


Figura 1. Áreas de contribuição de águas pluviais.

2. CAPTAÇÃO

A captação das águas da chuva é feita por calhas, águas furtadas ou rincão, bandejas, curvas e funis. O material empregado na feitura desse elemento pode ser chapa de alumínio, chapas de

ferro galvanizadas, chapa de cobre, cimento-amianto, PVC rígido ou latão. As chapas de cobre e alumínio são de alto custo, sendo que, atualmente, a mais utilizada é a chapa de ferro galvanizada, vulgarmente chamada de zinco.

2.1. Calhas

As calhas são “canos” abertos na parte de cima, lembrando um sulco, utilizadas para captar as águas das chuvas nos telhados. O tipo e a capacidade da calha a ser utilizada são decididos a partir da definição da vazão do projeto. Ela conduz a água até o seu destino, ou diretamente até a caixa de drenagem, ou até aos condutores verticais. Destacam-se dois tipos de calha:

- **Calha de beiral** (Figura 2) – é formada por canais e chapas galvanizadas aplicadas na extremidade inferior do plano de água, onde a água é captada e conduzida a outros elementos. Sua declividade, recomendada por norma, é de 0,5%, para que a água escoe com maior rapidez para o ponto de coleta.

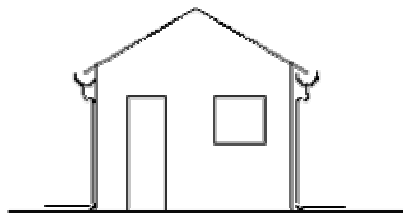


Figura 2. Calha de beiral.

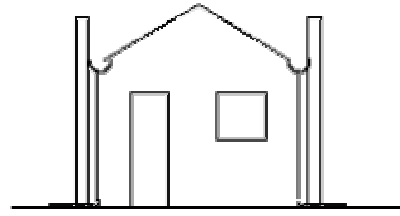


Figura 3. Calha de platibanda.

- **Calha de platibanda** (Figura 3) – é formada por canais internos à platibanda, sem fixação na alvenaria.

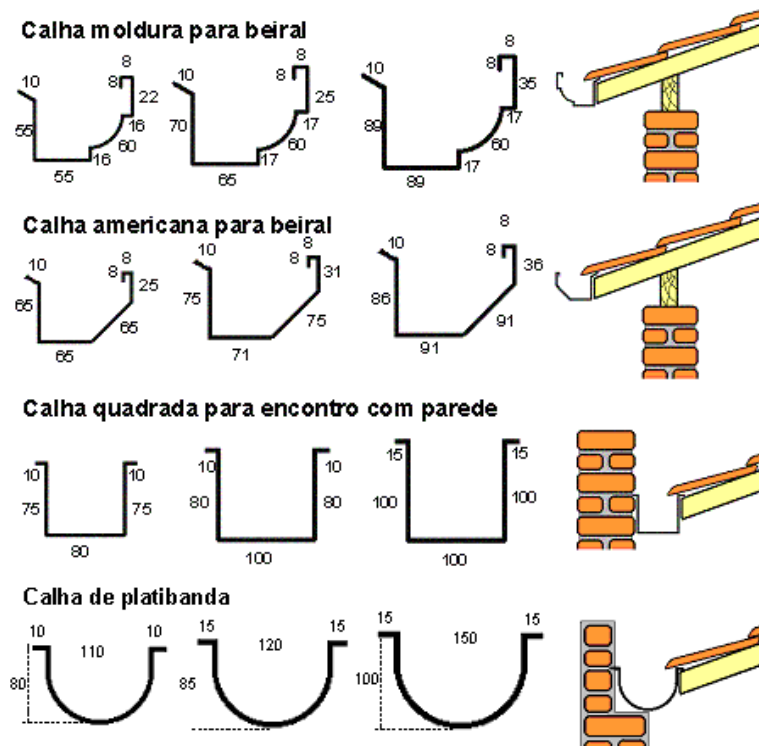


Figura 4. Diversos tipos de calhas.

A Figura 4 mostra os diversos tipos de calhas possíveis, indicando suas respectivas dimensões. As espessuras são especificadas por numeração, sendo a mais grossa de número mais baixo. As mais utilizadas são as de número 20, 22, 24, 26, 28. As de número 24 e 26 são as mais indicadas por terem espessura média.

Uma das características que influencia na capacidade de uma calha é a sua forma, que normalmente é retangular ou semicircular. Em função dessa forma, a norma fornece sua capacidade hidráulica em relação a declividade do telhado, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Capacidade hidráulica de calhas semicirculares.

Diâmetro interno (mm)	Vazões (l/min)		
	Declividades		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

Outro fator que interfere em sua capacidade de escoamento é a existência de curvas na calha, as quais normalmente ocorrem quando esta serve a duas ou mais águas do telhado. Diante disto, toda calha curva terá um fator de decréscimo de sua capacidade se comparada com uma calha reta. Assim, para se dimensionar uma calha, optou-se, na NB-611, por multiplicar a vazão do projeto por um fator maior que 1, conforme a Tabela 3:

Tabela 3. Coeficientes multiplicativos da vazão de projeto.

Tipo de curva	Curva a menos de 2 m da saída da calha	Curva entre 2 e 4 m da saída da calha
Canto reto	1,20	1,10
Canto arredondado	1,10	1,05

2.2. Rufos

Os rufos são chapas de zinco com uma “pequena” dobra em uma das suas laterais, fixados na parede sobre o telhado evitando, assim, que a água da chuva escorra pela parede ocasionando goteiras na edificação. Eles podem ser de dois tipos, a saber:

- **Rufos simples** – são usados na parte interna da platibanda, com o fim de encaminhar a água que corre pela alvenaria da platibanda até a calha (Figura 5). São fixados numa das extremidades da alvenaria por meio de prego e rematados com argamassa, permanecendo com a outra extremidade solta no interior da calha.
- **Rufos com pingadeiras** – são aplicados em terminais de paredes, servindo para evitar o escoamento da água nas superfícies verticais. Em uma de suas extremidades possuem um pequeno canal que coleta a água (Figura 5) e a outra extremidade é do tipo rufos simples.

A Figura 6 mostra os diversos tipos de rufos possíveis, com suas respectivas medidas.

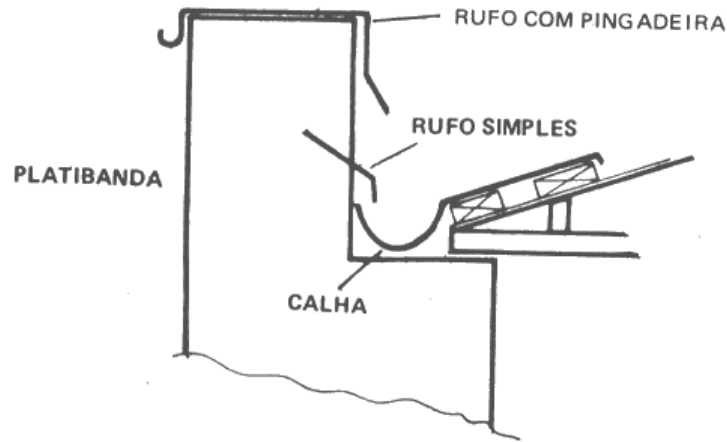


Figura 5. Rufo simples e com pingadeira.

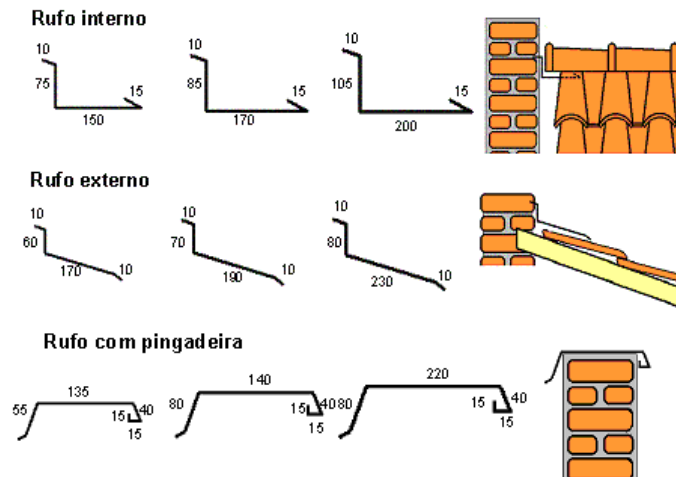


Figura 6. Diversos tipos de rufos.

2.3. Rincão ou Água Furtada

Os rincões ou águas furtadas são calhas abertas com duas abas que acompanham a inclinação do telhado e servem para captar o escoamento das águas provenientes de dois planos de água (Figura 8).

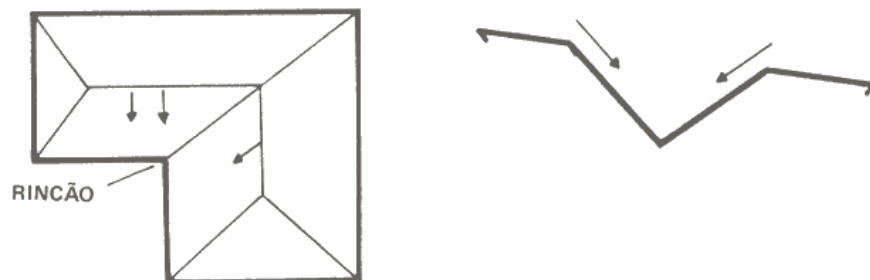


Figura 7. Rincão.

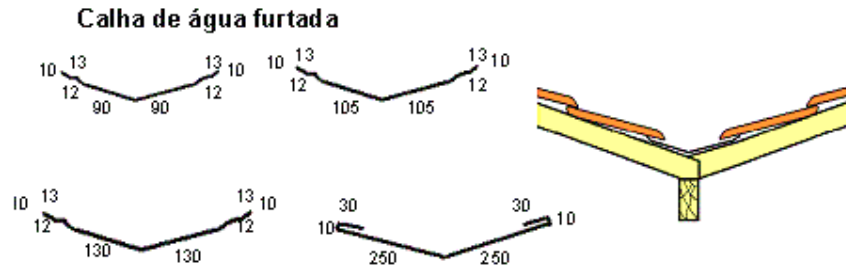


Figura 8. Diversos tipos de água furtada.

2.4. Bocal

É a peça de ligação entre a calha e o condutor, recebendo a água da calha e encaminhando-a para o funil ou condutor (Figura 9).

2.5. Curva

É a peça intermediária, que faz a ligação entre o bocal e o condutor, não permitindo fazer cotovelos no condutor, que afogariam as águas de escoamento das calhas (Figura 10).

2.6. Funil

Peça que capta as águas provenientes da curva e leva ao condutor (Figura 11). Sua finalidade é não deixar que a água borbulhe ou afogue o condutor, devido à mudança do escoamento da curva do condutor.

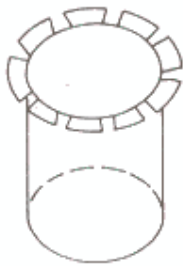


Figura 9. Bocal.

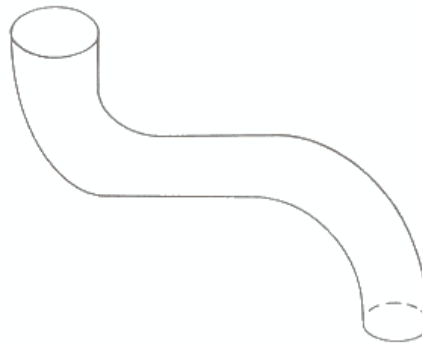


Figura 10. Curva.



Figura 11. Funil.

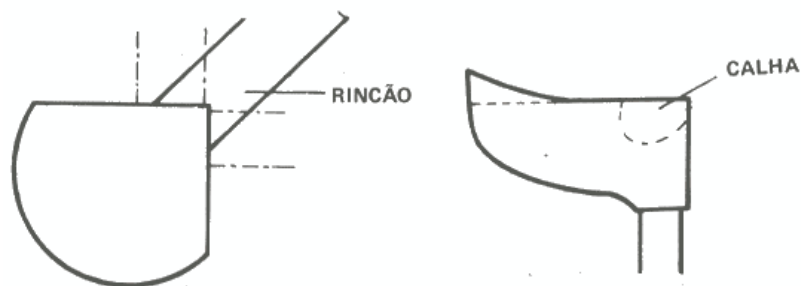


Figura 12. Bandeja.

2.7. Bandeja

Peça usada entre dois segmentos de calha de beiral, junto ao rincão, com o intuito de evitar que haja transbordamento da calha (Figura 12).

3. ESCOAMENTO

3.1. Condutores

Os condutores são tubos por onde escoam, até o solo, as águas das chuvas captadas pelas calhas. Podem ser em tubos de PVC rígido, chapa de ferro galvanizado, de fibrocimento ou de plástico, dentre outros materiais. Existem dois tipos principais de condutores: os horizontais e os verticais.

Os **condutores verticais** podem estar ligados na sua extremidade superior diretamente a uma calha (casa com telhado), ou receber um ralo quando se tratar de terraço ou uma calha larga, onde uma obstrução por detritos diversos é possível.

Para o dimensionamento destes condutores, a NB-611 apresenta ábacos específicos, os quais necessitam dos seguintes dados:

Q - vazão trazida pelas calhas que alimentarão o condutor;

L - altura do condutor (soma dos pés-direitos da edificação);

H - altura de água na calha (no topo do condutor).

Existem dois tipos de entrada de água no condutor vertical, com aresta viva e com funil, tendo cada tipo um ábaco específico (consultar bibliografia específica). O diâmetro interno mínimo, especificado pela NB-611, é de 70 mm.

É importante citar que nos condutores verticais ocorrem fenômenos transitórios de carga e subpressão. Por esta razão, recomenda-se utilizar em edifícios altos tubos de maior espessura, pelo menos no trecho inicial, junto à conexão com a calha.

É muito comum e recomendável que, no encontro de duas calhas de alta capacidade hidráulica, a transição destas para o condutor vertical se faça através de uma caixa receptora (funil), que propicia condições de acomodação e direcionamento do fluxo. Em velhos e belos prédios, os arquitetos transformavam essa peça num detalhe de alto valor estético.

Os **condutores horizontais** são condutores de terraço, áreas abertas, pátios, etc. que possuem uma declividade muito pequena. Devem ser projetados, sempre que possível, com uma declividade mínima de 0,5 %.

A NB-611, no caso de condutores horizontais de seção circular, já fornece uma indicação do diâmetro interno do tubo em função da vazão, admitindo-se que o escoamento tenha uma lamina de água de altura igual a $2/3$ do diâmetro interno.

3.2. Ralos

São usados em locais de onde se pretende esgotar águas pluviais, coletando a água de áreas cobertas ou de calhas, canaletas e sarjetas, permitindo sua entrada em condutores e coletores.

O ralo (Figura 13) compreende duas partes: caixa, e grelha, que é o ralo propriamente dito.

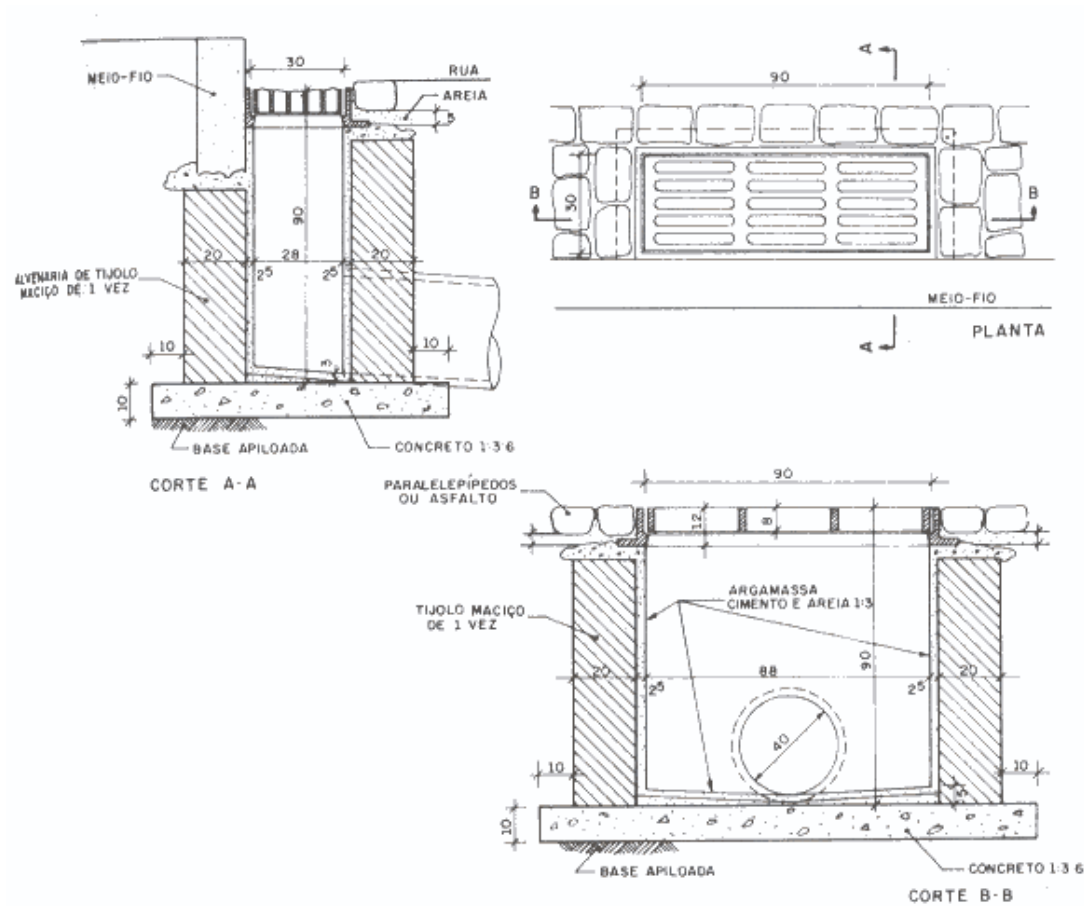


Figura 13. Caixa de ralo.

A caixa do ralo é, em geral, em ferro fundido para terraços e calhas de telhados. Ela contém duas partes: uma que se liga ao tubo da coluna de queda de águas pluviais, e a outra que se sobrepõe e se ajusta à primeira, intercalando-se entre ambas, conforme impermeabilização, camadas de feltro de amianto em base asfáltica, ou lençol de chumbo, ou de neoprene. As duas peças são ligadas segundo uma superfície cônica que, além de facilitar o encaixe, permite um escoamento melhor da água que venha infiltrar-se entre o ralo e a impermeabilização.

O esgotamento de água em áreas de estacionamento ou grandes pátios é feito com ralos de alvenaria de tijolo maciço, revestido de argamassa de traço forte.

As grelhas sobrepõem-se à caixa e visam impedir o acesso de corpos estranhos ao condutor, podendo ser de dois tipos: planas e hemisféricas.

As grelhas planas são usadas em sarjetas, áreas de estacionamento de veículos e terraços, ou seja, onde possa haver movimentação de pessoas. São, em geral, de ferro fundido.

As grelhas hemisféricas, também chamadas de cogumelo ou abacaxi, são usadas nos terraços, nas calhas de concreto de telhado e áreas abertas de edifícios, pois proporciona maior seção de escoamento e retêm todo tipo de detrito.

3.3. Buzinote

É um tubo de plástico, de ferro galvanizado ou de ferro fundido, que se coloca junto às lajes de sacadas, lajes de cobertura, etc., para escoamento das águas que nelas chegam (Figura 14). O comprimento e a declividade devem ser adequados para que as águas não retornem e nem escorram pelas paredes. Normalmente, em marquises, utiliza-se um buzinote a cada 13,5 m², com diâmetro mínimo de 50 mm, para evitar o entupimento, sendo um mínimo de dois por marquise. Para maior segurança deve-se ainda impermeabilizar a sua face superior.

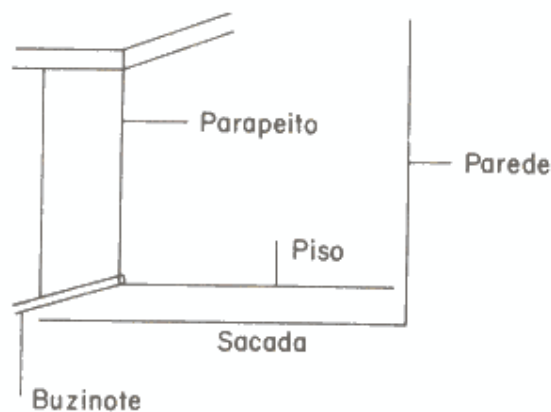


Figura 14. Buzinote.

4. EXECUÇÃO

A colocação e fixação dos elementos de captação e esgotamento de águas da chuva devem ocorrer pouco antes do arremate final do telhado. Na execução destes elementos, devem-se tomar os seguintes cuidados:

1. A superfície a ser soldada deve estar limpa e isenta de graxas;
2. Não é permitido soldar no sentido longitudinal as calhas e os rufos;
3. A colagem é feita com superposição de no mínimo 10 cm com pasta-cola própria.
4. A rebiteagem deve ser feita com no mínimo quatro rebites;
5. As telhas de chapa deverão ter colarinho (rufo) na parte superior, para escoamento das águas que correm pelo tubo ventilador;
6. As calhas de beiral são fixadas por prego, na parte interna do madeiramento do telhado, sendo que a sustentação das mesmas é feita por escáfulas de ferro de 1 1/8" x 1/4", as quais têm a forma externa da calha e distanciadas entre si de 1 m;
7. As calhas de platibanda são fixadas somente na borda do madeiramento do telhado, por pregos de latão; a outra borda é apenas apoiada na alvenaria sem pregos, por meio de uma pequena dobra que nela se embute, sendo rematada pelo revestimento da platibanda. Os apoios de alvenaria são distanciados, no máximo, de 2,5 m, sem esquecer a declividade;
8. Os rufos são fixados a platibanda por pregos de latão em uma extremidade, rematada com argamassa de cimento e areia (1:4); a outra extremidade fica livre no interior da calha;

9. O rincão é fixado por pregos ao madeiramento e deve ficar recoberto por telhas;
10. Os bocais são fixos por engarramento, soldagem, conectados ao condutor por junta de asfalto.
11. Os condutores devem ser executados, sempre que possível, em uma só prumada e aparentes; desvios na prumada necessitam de peça especial para inspeção, no trecho de desvio;
12. Tubos condutores de ferro fundido centrifugado, do tipo esgoto, devem ser executados com junta de chumbo ou junta elástica, pelo menos nos dois primeiros metros a partir do chão;
13. Condutores de PVC rígido devem ser executados com juntas de ponta e bolsa, com anel de borracha;
14. Os condutores de fibrocimento serão feitos com juntas formadas com argamassa de cimento ou asfalto derretido;
15. Nas calhas em direção aos bocais deve haver uma declividade de 0,5 %, no mínimo, recomendando-se que todos os condutos verticais tenham ângulos de 45° ou 60° (Figura 15), nunca em 90° ou de topo;

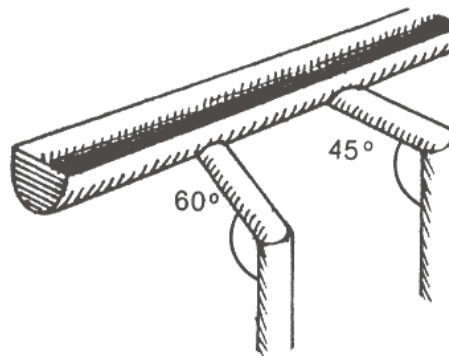


Figura 15. Declividade dos condutores.

16. A ligação dos condutores com a rede subterrânea deve ser feita com curvas de 120°, nunca em 90°, para evitar afogamento;
17. Os rasgos de condutores embutidos devem ter a largura do condutor mais uma folga de 1 cm, para que se possa aprumá-lo, alinhar e encaixar a ponta e a bolsa;
18. As calhas devem ser imunizadas externamente com zarcão e pintadas internamente com neutrol;
19. Os condutores devem ser pintados antes de dobrá-los, ou depois por meio de estopas presas em arames.

O engenheiro, antes de liberar a continuidade dos trabalhos, deve verificar os seguintes pontos:

1. Conferir as emendas, que podem ser feitas com soldas, rebites ou cola;

2. Verificar se o recobrimento mínimo de 8 cm da telha sobre a calha de beiral (Figura 16) é respeitado; as referidas telhas deverão apoiar-se em ripas duplas, que substituem ou fazem às vezes de apoio da telha inferior (Figura 17);

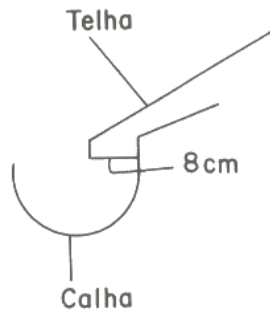


Figura 16. Recobrimento mínimo da telha sobre a calha.

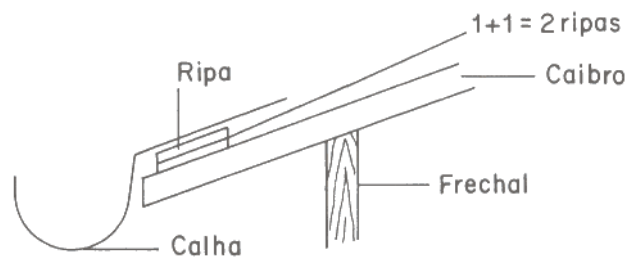


Figura 17. Apoio das telhas em ripas duplas.

3. Fazer um teste de vazamento e caimento:
 - a. Testes de vazamento – fecham-se todos os bocais; enche-se de água a calha e verificam-se os pontos de vazamento.
 - b. Teste de caimento – verifica-se se há água parada junto aos bocais.
4. Verificar se existem juntas de dilatação (Figura 18) em calhas de flandres a cada 20 m e em calhas de cobre, a cada 10 m.

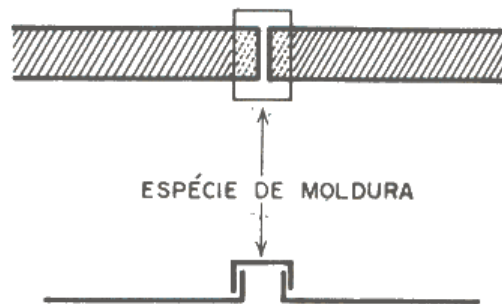


Figura 18. Junta de dilatação.

5. Verificar os pontos de impermeabilização.

4.1. Pontos Críticos

Devem-se tomar os seguintes cuidados, para evitar que as calhas transbordem nos pontos de junção:

1. Usar um funil;
2. Deslocar o bocal para uma distância de 1 m dessa junção;
3. No caso de impossibilidade dos itens anteriores, sobrelevar a altura da calha no ponto de junção;

4. Em caso de necessidade de trecho quebrados de calhas entre bocais, fazer com que a calha acompanhe as mudanças de direção arredondando-se os ângulos de queda e aumentando-se as seções das calhas nesses pontos.

4.2. Particularidades

- Utilização de águas pluviais para uso doméstico a partir de cisternas (Figura 19): em regiões que não possuem rede de água ou a água é de difícil obtenção, é comum o uso de cisternas (reservatório inferior) coletando a água que cai em telhados. A qualidade dessas águas é suspeita, mas pode ser aceitável para uso menos nobre, como lavagem de utensílios. Não se deve ingeri-la, pois traz poluição do ar e sujeira dos telhados.

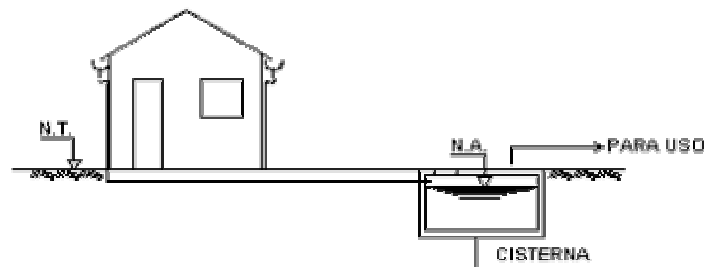


Figura 19. Uso de água da chuva para fins domésticos.

- Água para frente ou pra trás (Figura 20): a chuva que cai na casa 1 é recolhida em calha no ponto A, que a joga na rampa inclinada (para dentro), onde existe um ralo em B e tubulação enterrada, que a leva a um ralo em C; daqui sai uma tubulação enterrada entre C e D, onde finalmente a água ganha a sarjeta da rua. Boa parte dos problemas se resolveria ligando a água pluvial do telhado da casa 1 diretamente até o ponto E, eliminando dessa forma o ponto B.

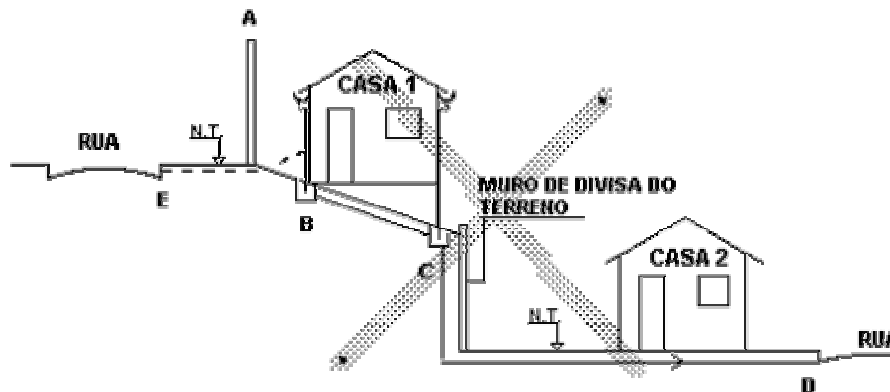


Figura 20. Água para frente ou para trás.

- Água jogada de telhado em telhado (Figura 21): as águas coletadas pelo telhado A caem em calha e daí são jogadas sobre o telhado B. Telhados são estruturas frágeis e não devem receber vazões concentradas (carga de impacto). Caso o telhado B não

tenha sido calculado para isso, o correto seria transportar a água do telhado A até a rua, por um condutor.

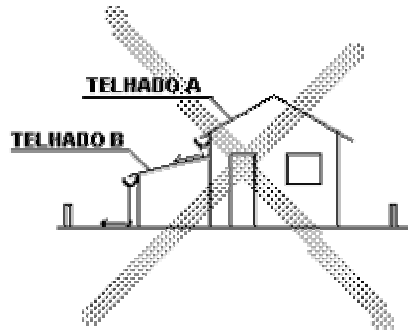


Figura 21. Água jogada de telhado em telhado.

- Água despejada em transeunte (Figura 22): esse é um caso muito comum, infelizmente. A água do buzinate cai em cima do transeunte. A solução correta seria transportá-la até a sarjeta.

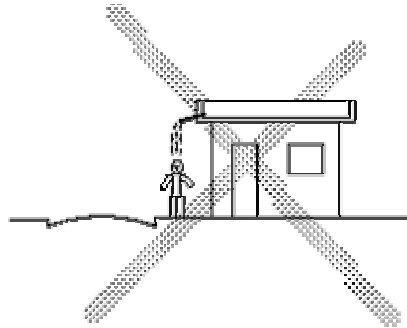


Figura 22. Água despejada em transeunte.

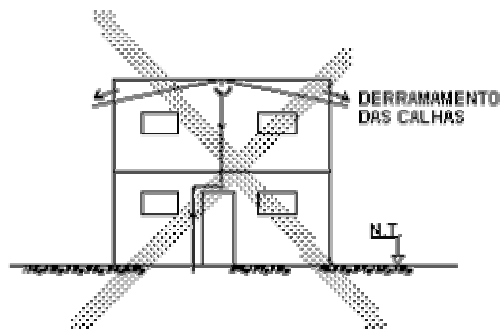


Figura 23. Água levada para local indevido.

- Água levada para local indevido (Figura 23): as duas calhas no início levavam a água para o coletor central. Com o tempo, as calhas cederam nas extremidades; a água começou então a carregar o trecho mais deformável da calha, considerada a parte mais distante do ponto de coleta junto ao condutor. O problema tende a se agravar e a casa não terá mais um sistema de calha condutor, e sim dois pontos de despejo da água, nas extremidades opostas do telhado.

5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

AZEREDO, Hélio Alves de. O edifício até sua cobertura. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

AZEREDO, Hélio Alves de. O edifício e seu acabamento. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

BORGES, Alberto de Campos. Prática das Pequenas Construções. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

CREDER, Hélio. Instalações Hidráulicas e Sanitárias. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1991.

MACINTYRE, Archibald J. Manual de Instalações Hidráulicas e Sanitárias. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1990.

RIPPER, Ernesto. Como evitar erros na construção. São Paulo: Pini, 1986.

ZULIAN, Carlan S., DONÁ, Elton C., VARGAS, Carlos L. Construção Civil. Notas de aula – Coberturas. UEPG - <http://www.uepg.br/denge/civil/>, 2002.

Sites:

http://www.arq.ufsc.br/~labcon/arq5661/Hidraulica2/Aguas_pluviais/aguas_pluviais