

COBERTURAS

A cobertura é a parte superior da construção que serve de proteção contra o sol, a chuva, os ventos etc. Existem superfícies planas, como as lajes horizontais e inclinadas e os telhados com telhas cerâmicas, de alumínio, de plástico, de fibrocimento, de zinco, de ardósia etc, e superfícies curvas, como as abóbadas, as cúpulas, as estruturas em arco e as cascas.

Tipos de Coberturas:

As coberturas são classificadas segundo os sistemas construtivos e materiais utilizados. Desta forma, encontram-se:

- a) **coberturas minerais:** são materiais de origem mineral, entre as quais placas de pedras como a ardósia, muito utilizadas na antiguidade (castelos medievais) e mais recentemente apenas com finalidade estética em superfícies cobertas com acentuada declividade ($50\% < d < 100\%$).
- b) **coberturas vegetais rústicas (sapé):** de uso restrito a construções provisórias ou com finalidade decorativa, são caracterizadas pelo uso de folhas de árvores, depositadas e amarradas sobre estruturas de madeiras rústicas ou beneficiadas.
- c) **coberturas vegetais beneficiadas:** podem ser executadas com pequenas tábuas (telhado de tabuinha) ou por tábuas corridas superpostas ou ainda, em chapas de papelão betumado;
- d) **coberturas com membranas:** caracterizadas pelo uso de membranas plásticas (lonas), assentadas sobre estruturas metálicas ou de madeiras ou atirantadas com cabos de aço – tenso-estruturas, ou ainda, por sistemas infláveis com a utilização de motores insufladores;
- e) **coberturas em malhas metálicas:** caracterizadas por sistemas estruturais sofisticados, em estruturas metálicas articuladas, com vedação de elementos plásticos, acrílicos ou vidros.
- f) **coberturas tipo cascas:** caracterizadas por estruturas de lajes em arcos, em concreto armado, tratadas com sistemas de impermeabilização;
- g) **terraços:** estruturas em concreto armado, formadas por painéis apoiados em vigas e tratadas com sistemas de impermeabilização, isolamento térmico e assentamento de material para piso, se houver tráfego;
- h) **telhados:** são as coberturas caracterizadas pela existência de um sistema de apoio de cobertura, revestidas com telhas (materiais de revestimento). Os telhados constituem o sistema construtivo mais utilizado na construção civil, especialmente nas edificações unifamiliares. No caso do Brasil, a arquitetura vernacular utiliza-se, principalmente, de telhados com telhas cerâmicas.

Coberturas Planas

As coberturas planas são caracterizadas por superfícies planas também denominadas de panos ou águas. Na maior parte dos casos, os planos de cobertura têm inclinações (α - ângulo) iguais e, portanto, declividades (d%) iguais. No caso do revestimento superior de uma edificação ter inclinação máxima de $\alpha = 75^\circ$, a área é identificada como cobertura. Para $\alpha > 75^\circ$, o revestimento é denominado fechamento lateral.

A cobertura deve ter inclinação mínima que permita o escoamento das águas das chuvas, e direcionadas segundo o plano (projeto) de captação dessas águas. As coberturas horizontais têm inclinação entre 1 a 3% e as consideradas inclinadas têm caimento igual ou maior de 3%. Quanto à inclinação das coberturas, as mesmas podem ser classificadas em:

- a) coberturas com pequenas declividades, denominadas terraços;
- b) coberturas em arcos;
- c) coberturas planas em superfícies inclinadas, determinadas por painéis de captação d'água.

As estruturas ou sistemas de apoio de coberturas planas podem ser executados em madeira, metal ou concreto armado, podendo ser inclusive mistos. A escolha e definição do material são determinadas pelas exigências técnicas do projeto, como o estilo, a função, o custo, vão de sustentação, etc. Quanto à definição estrutural, as armações de coberturas podem ser executadas com os seguintes sistemas:

- a) em Madeira:
 - Sistema de vigas e arcos treçados em madeira maciça
 - Sistema de vigas e arcos treçados em madeira colada
 - Sistema de treliças tipo tesouras
 - Sistema tipo cavalete
- b) em Metal:
 - Sistemas de vigas e arcos treçados
 - Sistemas de estruturas especiais (treliças espaciais etc.)
- c) em Concreto Armado:
 - Sistemas de vigas pré-moldadas
 - Sistemas de pórticos
- d) sistemas de estruturas especiais integradas

Nos projetos arquitetônicos, a determinação dos planos de cobertura compõe e determina a Planta de Cobertura, elaborada nas escalas 1:100, 1:200 ou 1:500. Nesta planta, definem-se linhas divisórias denominadas: espigão, rincão, cumeeira e calhas. É importante, ainda, indicar a declividade dos panos ou águas por setas ortogonais aos lados do polígono de cobertura, mostrando a orientação da declividade dos panos.

Correspondência entre inclinação (α°) e declividade (d%):

α°	d%	α°	d%
1,0	1,7	17,8	32,0
1,7	3,0	20,0	36,4
5,5	9,6	25,0	46,6
5,7	10,0	26,6	50,0
8,6	15,0	30,0	57,7
10,0	17,6	35,0	70,0
11,3	20,0	40,0	83,9
15	26,8	45,0	100,0

Acabamentos laterais de coberturas:

1. Oitão - elevação externa em alvenaria de vedação acima da linha de forro (pé-direito), que ocorrem com a eliminação das tacaniças (planos de cobertura de forma triangular, limitado pela linha lateral da cobertura e dois espigões);
2. Platibandas - elevação de alvenarias acima da linha de forro, na mesma projeção das paredes, com objetivo funcional de proteção das coberturas;
3. Beiradas - caracterizadas pela projeção das estruturas de apoio de cobertura além da linha de paredes externas, e a inexistência da execução de acabamento com forro;
4. Beirais - caracterizados pela projeção das estruturas de apoio de cobertura além da linha de paredes externas, com a execução de forros. Em algumas definições

arquitetônicas, executam-se os prolongamentos das lajes de forro em balanço estrutural, além da linha de paredes externas.

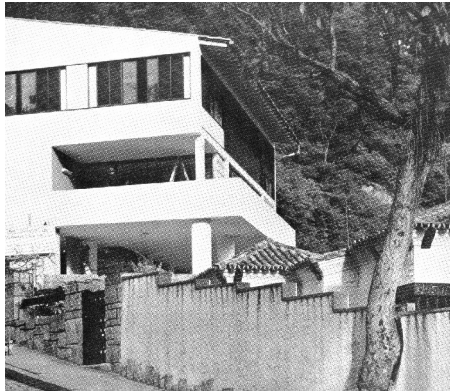
Detalhes complementares

- elementos de captação de águas: canaletas, calhas e ralos;
- iluminação e ventilação zenital: clarabóias, *lanternins* e *domus*.

Tipos de telhado

1. Uma água

Caracterizada pela definição de somente uma superfície plana com declividade, para cobrir uma pequena área edificada ou para proteger entradas ou varandas.



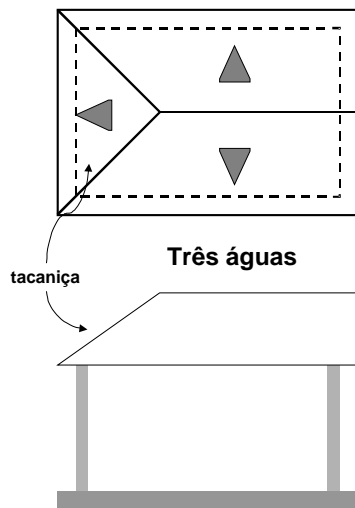
casa na Lagoa; projeto de Oscar Niemeyer.

2. Duas águas

Caracterizada pela definição de duas superfícies planas, com declividades iguais ou distintas, unidas por uma linha central denominada cumeeira ou distanciadas por uma elevação (tipo americano). O fechamento da frente e fundo é feita com oitões.

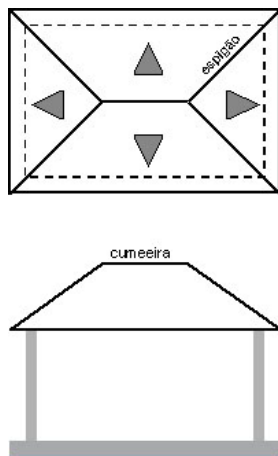
3. Três águas

Caracterizada como solução de cobertura de edificações de áreas triangulares, onde se definem três tacaniças unidas por linhas de espigões.



4. Quatro águas

Caracterizada por coberturas de edificações quadriláteras, de formas regulares ou irregulares.



5. Múltiplas águas

Coberturas de edificações cujas plantas são determinadas por superfícies poligonais quaisquer, onde a determinação do número de águas é definida pelo processo do triângulo auxiliar.

COMPONENTES DA COBERTURA

Estrutura	Madeira, aço, alumínio, concreto armado pré-moldado, bambu etc.
Telhas	Telhas cerâmicas: francesa, colonial, escama, esmaltada, mista, plana ou capa canal.
	Outros tipos de telhas: fibrocimento, alumínio, <i>sandwich</i> tipo Bernini, concreto pré-moldado, pvc, translúcida, ardósia, onduline, ecológica etc.

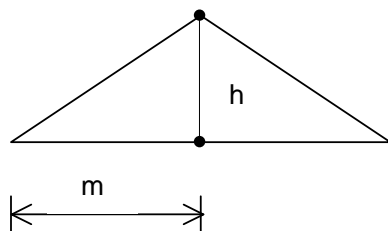
Impermeabilizações	1.Fria - Líquida, polímeros, películas, mantas 2.Quente - Asfáltica e mantas.
Forros	Madeira, lambris, treliça, gesso, estuque, alumínio, chapa, pvc.

TELHADOS USUAIS

TIPO DA TELHA	N.º / m²	PESO MADEIRAMENTO (kg / m²)	COM	INCLINAÇÃO (graus)	DECLIVIDADE (%)
Francesa	13 a 15	40 / 50		16 a 25	30 a 45
Colonial	18 a 25	50 / 70		13 a 16	25 a 30
Ondulada (fibrocimento)				07 a 10	13 a 16

Em telhados de duas declividades, de igual comprimento, o cálculo da porcentagem da mesma deve ser feito considerando a metade do vão total.

Exemplo :



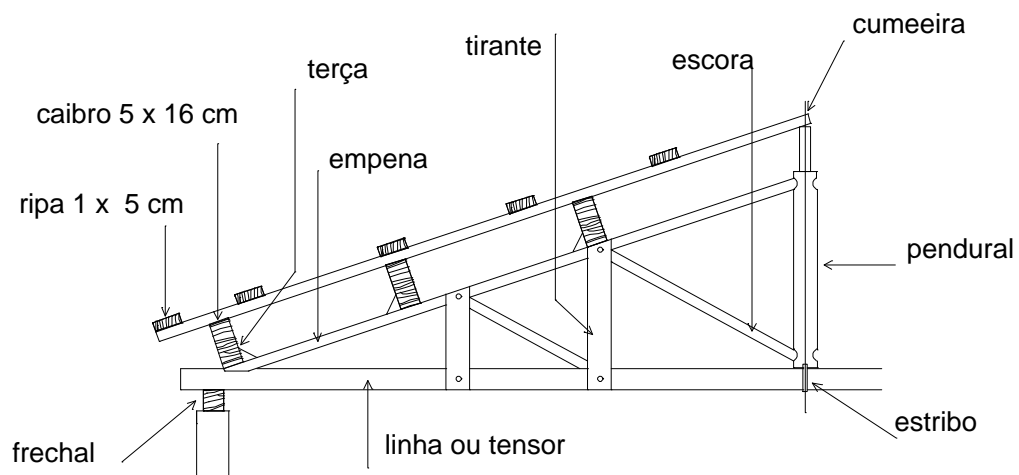
$$p = h / m$$

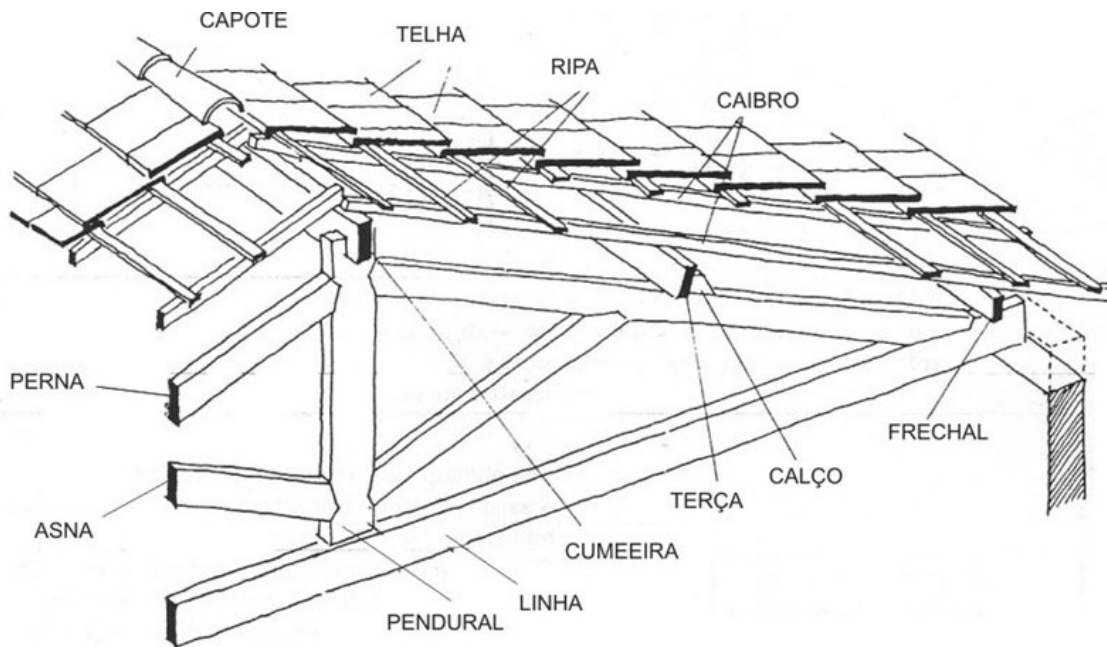
$$30\% = h / 700$$

$$h = 2.10 \text{ m}$$

TESOURAS

As tesouras funcionam como elementos de absorção das cargas do telhado. Algumas de suas peças são submetidas à compressão e outras à tração.

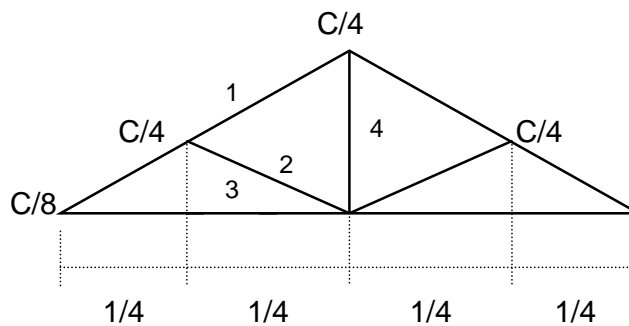




ESFORÇOS QUE ATUAM NOS ELEMENTOS DE UMA TESOURA DE MADEIRA

Esquemáticamente a figura abaixo mostra esses esforços. Sendo as peças:

1. Empena
2. Escora
3. Linha ou tensor
4. Pendural



Temos que as peças 1 e 2 (empena e escora) trabalham em compressão (flexo-pressão) e que as peças 3 e 4 (tensor e pendural) trabalham em tração. Os esforços que atuam em cada peça de uma tesoura, podem ser determinados com o uso do Diagrama de Cremona (da Grafostática) e da fórmula de Euler.

	Peso Próprio	Vento	Água da Chuva	Total
Telhas Francesas $\alpha = 25$ (inclinação) e $p = 45\%$ (declividade)	45 kg / m ²	62 kg / m ²	13 kg / m ²	120 kg / m ²
Telhas Coloniais $\alpha = 15$ (inclinação) e $p = 25\%$ (declividade)	90 kg / m ²	45 kg / m ²	15 kg / m ²	150 kg / m ²

TRAÇADO USUAL DOS TELHADOS

Quando as águas possuem igual inclinação, a solução baseia-se no seguinte teorema: “a interseção de dois planos de igual inclinação é a bissetriz do ângulo formado pelas horizontais de mesma cota dos planos”.

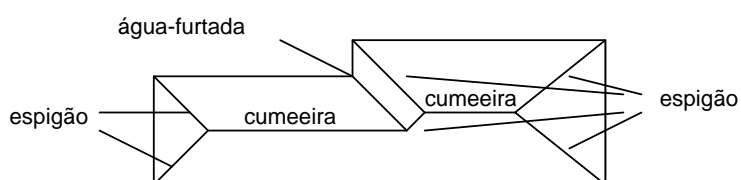
FORMAS USUAIS DOS TELHADOS

As linhas principais de um telhado são:

Cumeeira - divisor da água horizontal

Espigão - divisor de água inclinado

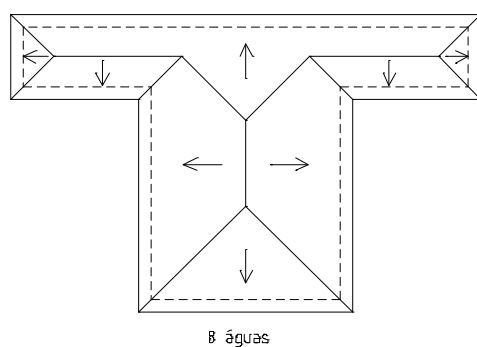
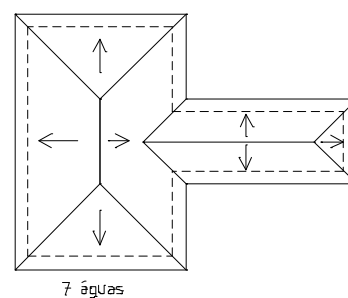
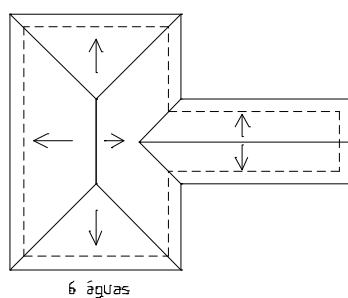
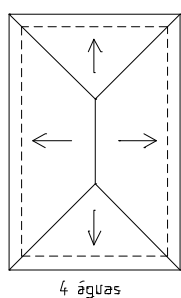
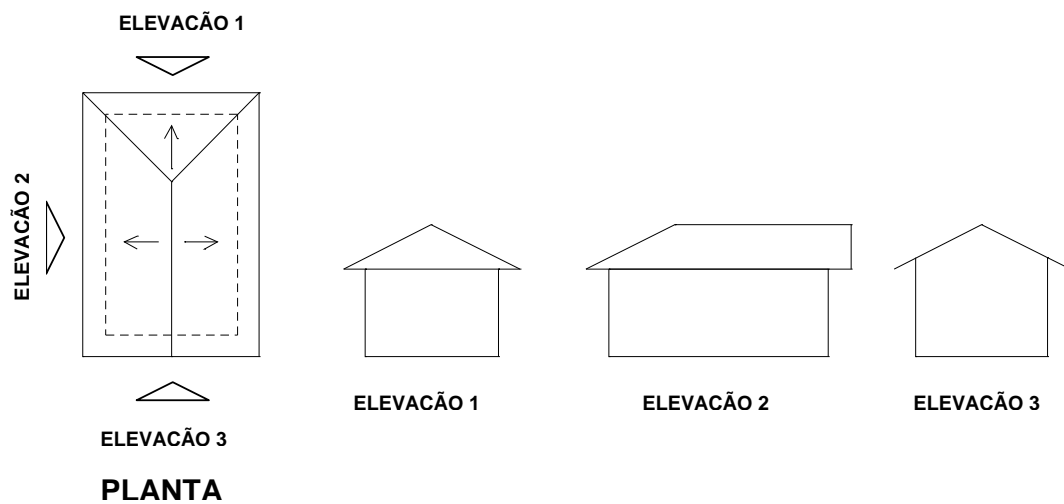
Rincão - receptor de água inclinada (calha)



Regras práticas:

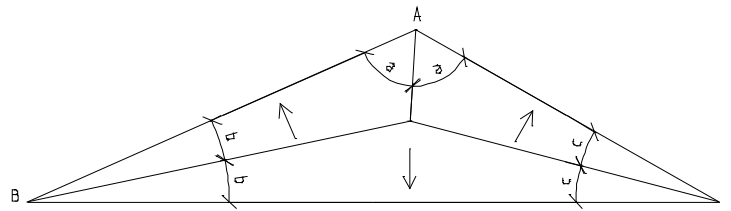
1. Os rincões formam ângulos de 45° com as projeções das paredes e saem dos cantos internos, sendo portanto o encontro de dois planos ou águas;
2. Os espigões formam ângulos de 45° com as projeções das paredes, e saem dos cantos externos;
3. As cumeeiras são linhas paralelas a uma direção das paredes e perpendiculares a outra direção;

Conforme as 3 regras práticas, pode-se traçar qualquer projeto de telhado por mais recortado e complicado que seja, como os exemplos de traçados a seguir.

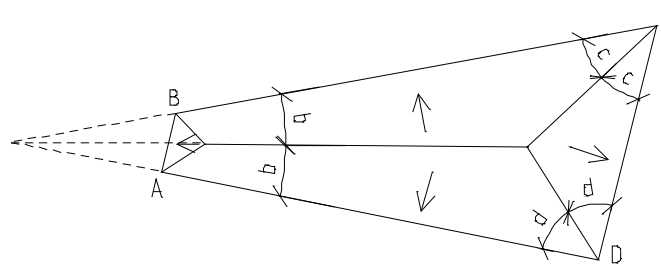


COBERTURA DE SUPERFÍCIES TRIANGULARES

As três bissetrizes indicadas na figura abaixo são as interseções, denominadas “espigões”, dos planos, com igual declividade e contendo os lados horizontais AB, BC e CA do triângulo ABC.

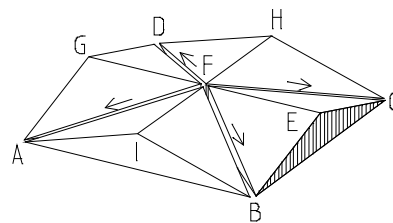
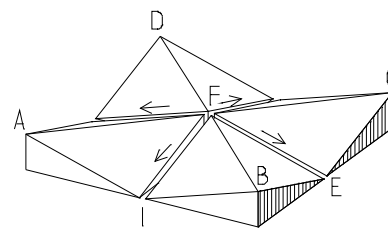
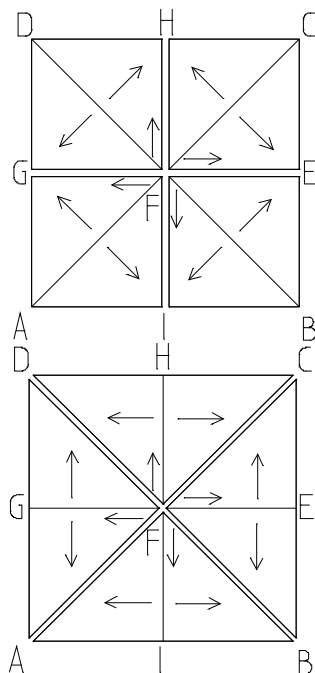


Analogicamente, na figura abaixo temos uma cobertura irregular onde as bissetrizes dos ângulos das horizontais são os cinco espigões do telhado.

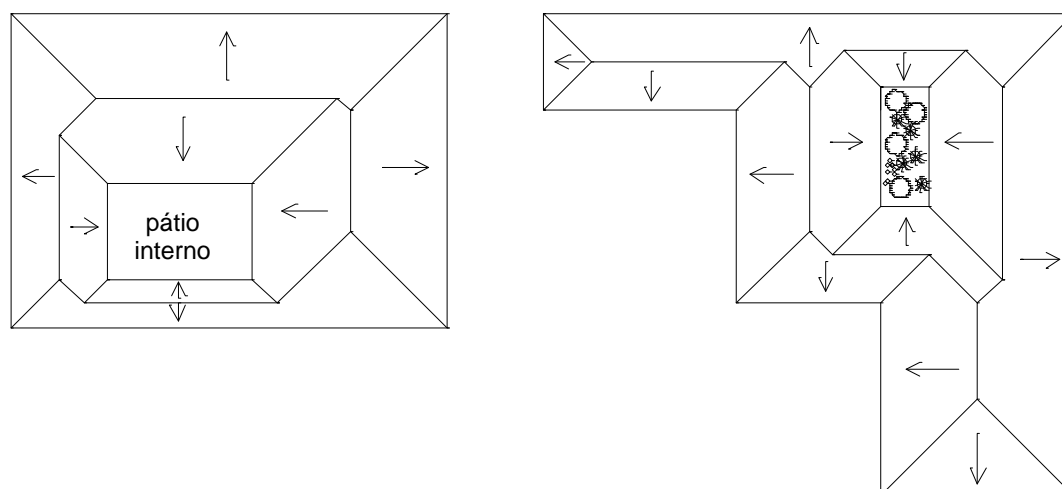


COBERTURA DE SUPERFÍCIES QUADRADAS

Para cobertura dessas superfícies com telhado clássico, há quatro soluções para uma certa declividade: tipo duas águas, tipo quatro espigões ou as outras duas indicadas abaixo:



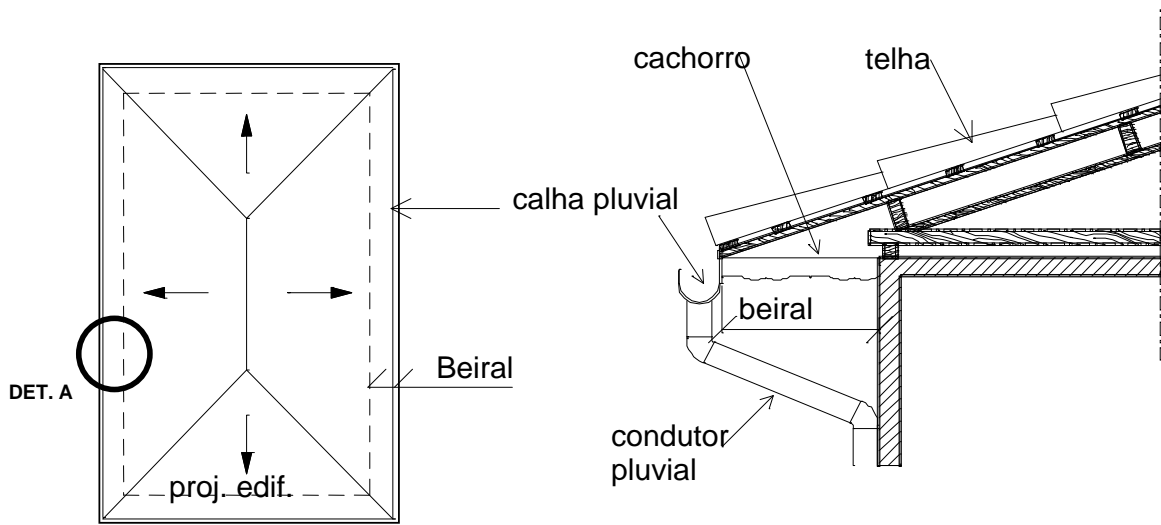
SUPERFÍCIE COM PÁTIO INTERNO OU JARDINS



PEÇAS COMPLEMENTARES

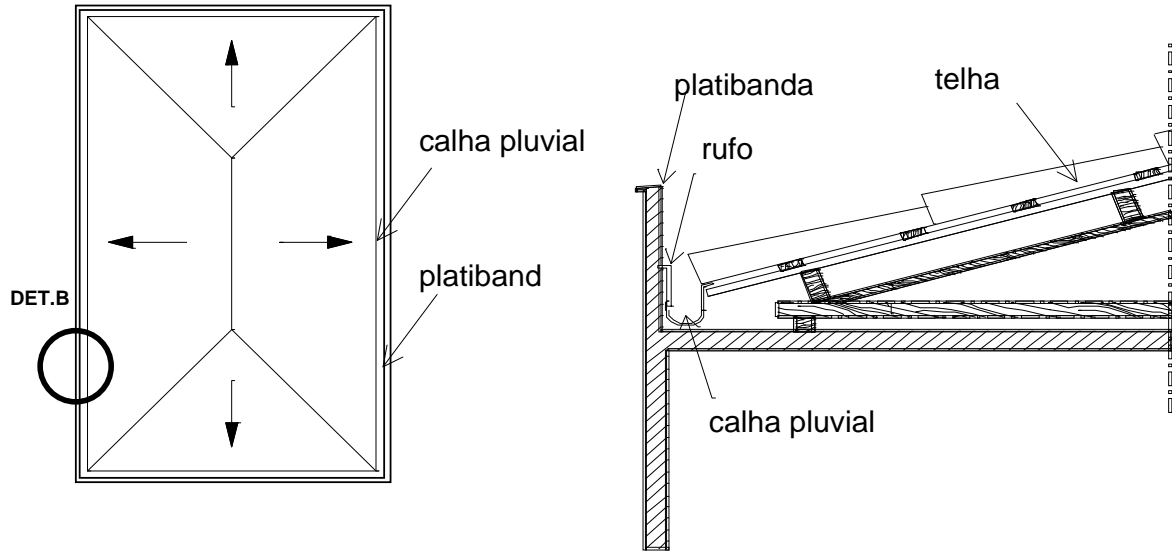
TIPO	DESCRIÇÃO	FUNÇÃO
Beiral	É a distância entre a parte externa da parede e a extremidade do telhado	Evita o excesso de umidade nas paredes
Platibanda	Parede de pouca altura e acima da cobertura	Destinada a encobrir o telhado
Rufo	Peça de arremate entre as telhas ou calhas e a parede	Vedação, evitar infiltração de água
Calha	Cano que lembra um sulco	Recebe as águas pluviais, especialmente as do telhado
Condutor	Cano que sai da calha até o solo	Escoar as águas pluviais que vêm do telhado

A seguir são apresentados exemplos ilustrados dessas peças para melhor compreensão



PLANTA DO TELHADO COM BEIRAL

CORTE ESQUEMÁTICO DETALHE A



PLANTA DO TELHADO COM PLATIBANDA

CORTE ESQUEMÁTICO DETALHE B

TIPOS DE COBERTURAS – Chapas, telhas e membranas

Existem diversas opções de materiais para telhamento de coberturas. A especificação depende do projeto, do custo, do clima etc. A seguir, alguns tipos mais conhecidos:

1 – Chapa de aço zincado

- a) existem perfis ondulados, trapezoidais e especiais;
- b) podem ser obtidas em cores, com pintura eletrostática;
- c) permitem executar coberturas com pequenas inclinações;
- d) podem ser fornecidas com aderência na face inferior de poliestireno expandido para a redução térmica de calor;
- e) principais fornecedores: Chapas Dobel (sueca), Mini Kalha Tekno e Perkrom.

2 – Telhas autoportantes

- a) executadas com chapas metálicas ou concreto protendido, em perfis especiais (autoportantes) para vencer grandes vãos, variando de 10 a 30 metros, em coberturas planas e arcadas, sem a existência de estrutura de apoio;
- b) utilizadas em construções de galpões industriais, agrícolas, esportivos, hangares etc;
- c) principais fornecedores: Kalha Tekno, Imasa, Pimental, Macmetal, Cimasa, Cassol, Consid etc.

3 – Telhas de alumínio

- a) é o material mais leve, e de maior custo;
- b) fornecidas em perfil ondulados e trapezoidais;
- c) refletem 60% das irradiações solares, mantendo o conforto térmico sob a cobertura. São resistentes e duráveis;
- d) cuidado deve ser observado para não apoiar as peças diretamente sobre a estrutura de apoio em metal ferroso, as peças devem ser isoladas no contato;
- e) principais fornecedores: Alcan, Alcoa, Asa, Belmetal etc.

4 – Telhas plásticas

- a) fornecidas em chapas onduladas e trapezoidais, translúcidas e opacas, de PVC ou Poliester e em cores;
- b) principais fornecedores: Goyana, Tigre, Plagon, Trorion etc.

5 – Telhas cerâmicas

- a) são tradicionalmente usadas na construção civil;
- b) tipos principais: francesa, colonial, plan, romana, plana ou germânica.

6 – Telhas de vidro

- a) formatos similares às telhas cerâmicas;
- b) utilizadas para proporcionar uma maior iluminação zenital.

7 – Telhas de fibrocimento

- a) são fabricadas com cimento portland e fibras de amianto, sob pressão;
- b) incombustíveis, leves, resistentes e de grande durabilidade;
- c) fácil instalação, existindo peças de concordância e acabamento, e exigindo estrutura de apoio de pouco volume;
- d) perfis variados e também autoportantes, com até 9,0 m de comprimento.

8 – Telhas de chapas compensadas e aluminizadas

- a) feitas com lâminas de madeira compensada, coladas a alta pressão;
- b) incombustíveis;
- c) alta resistência mecânica, suportando peso de cinco pessoas;
- d) refletem os raios solares, permitindo temperaturas interiores mais baixas;
- e) dimensões das peças: C = 2,2 m, L = 1,00 m, e = 6 mm.

9 – Telhas de concreto

- a) telhas produzidas com traço especial de concreto leve, proporcionando um telhado com 10,5 telhas por metro quadrado e peso de 50 kg/m²;
- b) perfis variados com textura em cores obtidas pela aplicação de camada de verniz especial de base polímero acrílica;
- c) alta resistência das peças, superior a 300 kg.

10 – Chapas de policarbonato

- a) apresentadas em chapas compactas (tipo vidro) ou alveolares, transparentes ou translúcidas, em cores, praticamente inquebráveis (resistência superior ao do vidro em 250 vezes), baixa densidade, resistentes a raios ultra-violeta, flexíveis, material auto extingüível não gerando gases tóxicos quando submetido a ação do fogo;
- b) a aplicação de chapas de policarbonato, devido à variedade de tipos e espessuras, é a solução para inúmeras indicações, tais como: coberturas em geral, luminosos, blindagem, janelas e vitrines etc.;
- c) basicamente as chapas de policarbonato podem ser instaladas em qualquer tipo de perfil: de aço, alumínio ou madeira, porém, é necessário que tenham boa área de apoio e folga para a dilatação térmica.

11 – Lonas e membranas

- a) utilizadas principalmente em eventos e espaços de grande dimensão, tensionadas por cabos de aço ou estruturas metálicas;