

Prof. Marco Pádua

ESTRUTURAS DE TELHADO Composição e dimensionamento do plano de águas

A última fase da superestrutura consiste na execução da cobertura, cujo objetivo, além da proteção contra as intempéries, está na valorização do imóvel. Muitas vezes a laje pré-fabricada cumpre este papel, mas nem sempre produz o mesmo efeito estético. Ao contrário, seu uso como cobertura está mais ligado ao escasso orçamento disponível na obra. Há casos também em que o telhado é executado após longo uso do imóvel. Certamente após muitos aborrecimentos com vazamentos e até prejuízos materiais.

Vários são os produtos industrializados que se destinam a impermeabilizar as lajes. Quando bem executados podem surtir efeito por algum tempo. Se não houver uma manutenção periódica as infiltrações começam a aparecer. Está comprovado que o melhor impermeabilizante ainda é o *telhado*.

Historicamente as telhas teriam surgido pelas mãos dos Romanos. Se não as inventaram, seu uso foi difundido por eles. Primeiramente eram placas de argila, secas ao sol. Os tijolos já eram utilizados em grande escala e, certamente, serviu de embrião para a confecção das telhas, já que bastava aumentar suas dimensões e ao mesmo tempo achatá-las.

Quanto à estrutura de sustentação e sua inclinação, das fases iniciais até sua consolidação como cobertura, pertence às “mágicas que desencadeiam as descobertas”. Considerando a associação de ideias como combustível para essas invenções é possível identificar elementos já utilizados desde a fase Neolítica, como as moradias construídas com materiais vindos da vegetação. Neste processo só havia “paredes” externas, delimitando o espaço interno, constituído por uma trama de madeira bruta, roliça e retilínea, amarradas com cipó, formando um painel, cujos vãos poderiam ser pequenos, conforme a habilidade do construtor. Sobre essa trama era amarrado o capim seco, hoje conhecido como sapé, fixado da mesma forma. Esta mesma trama de madeira bruta também era usada para sustentar o sapé na cobertura, como demonstra alguns registros históricos. O curioso é que esse sistema, ainda é usado nos dias de hoje, na zona rural.

As placas de argila secas, tendo outras utilidades de longa data, deveriam demonstrar uma boa resistência a ponto de ser empregada também como proteção das moradias. Pelo fato desta trama rudimentar já ter uma inclinação, a novidade seria apenas substituir o sapé pelas placas de argila.

Com o tempo essas placas passam a ter formatos diferentes e no decorrer do processo elas são dotadas de reentrâncias permitindo-lhes se encaixar umas as outras. Hoje elas são conhecidas pelos povos que as criaram como as telhas francesas, as portuguesas, as romanas, etc.

A estrutura de sustentação é denominada plano de águas. O painel formado por este conjunto deve ter uma inclinação para a água da chuva escoar em direção ao beiral que pode ou não, ter um coletor denominado calha. O grau aplicado ao plano de águas depende da escolha do tipo de telhas, já que umas facilitam o escoamento e outras não.

Composição do plano de águas:

Este conjunto de elementos que tem por finalidade a sustentação das telhas pode ser executado em madeira ou metal, sendo este último mais recente e de uso ainda limitado. As peças são semelhantes às de madeira, inclusive para uso em resistência. Seu custo ainda é elevado devido à baixa demanda. Feito em chapa galvanizada sua fixação pode ser feita através rebites, porcas e parafusos. São muito práticos na montagem e por isso agilizam a obra. Requerem mão de obra especializada evidentemente. Em conjuntos habitacionais são preferidas pelas razões descritas anteriormente. Em grande quantidade seu custo cai, viabilizando seu emprego.

As estruturas de madeiras são amplamente utilizadas apesar de ter suas limitações. Nem toda madeira é durável e muitas podem sofrer ataques de cupim. Por esta razão é recomendável aplicar um fungicida nas peças antes da montagem, por ser mais fácil, usando-se trincha. Se possível em duas demãos, o que não é exagero considerando que um telhado não pode e não deve ser refeito a cada cinco anos.



ESTRUTURA METÁLICA PARA TELHADOS

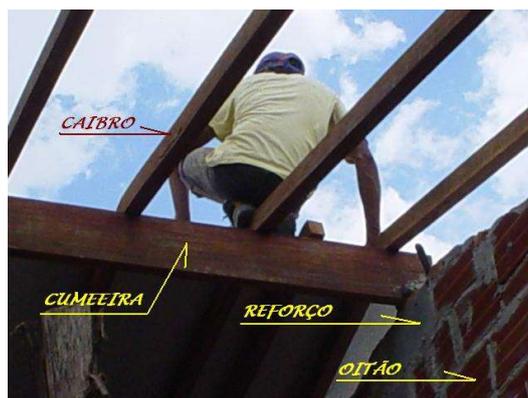
Sustentação:

O plano de águas deve ser sustentado por uma estrutura que propicie uma inclinação necessária ao escoamento das águas de chuva. Este artifício depois de pronto tem formato triangular. Também pode ser executado em madeira, mais usual, ou metal. A esta estrutura dá-se o nome de tesoura. Inúmeros são os formatos desses suportes, inclusive alguns são representativos de certas culturas que chegam até nós pela tradição de seus descendentes.

A construção das tesouras depende de alguns fatores inerentes à estética ou a eficiência do conjunto, infelizmente. O sempre elevado custo da madeira e suas restrições quanto a sua extração, limita o uso das tesouras. Muito comum nas residências antigas, hoje elas são previstas somente se a estrutura de telhado for aparente.

Outro fator coopera para essa prática. Com o surgimento das lajes pré-fabricadas e de uso quase que obrigatório nas residências, fez com que a montagem de tesouras caísse em desuso. O custo elevado não se justifica, pois, aquele elemento ficará escondido sobre a laje. Para substituí-la faz-se um maciço de alvenaria com um formato triangular chamado oitão, de maneira a proporcionar a inclinação necessária para o escoamento da água. Nas posições intermediária, muitas vezes, um simples apoio de madeira cumpre também a função do oitão de alvenaria.

Em ambientes comerciais ou residenciais, quando o Projeto exige expor a estrutura de telhado, aí sim as tesouras são essenciais para a estética do conjunto. Nesse caso usa-se madeira aparelhada e de boa qualidade, bem como mão de obra especializada.



OITÃO SUBSTITUINDO A TESOURA

Inclinação:

Normalmente a inclinação do plano de águas pode ser obtida por três métodos diferentes. No primeiro deles denominado GRAU, é necessário fazer uso de um grande transferidor de madeira contendo os ângulos de 0 a 180°. Esta ferramenta deve ser posicionada sobre a parede que limita o telhado, ou seja, onde começará o beiral. Neste ponto consideramos como o ângulo zero e aí fixamos a linha que deverá coincidir com o ângulo desejado. No ponto médio com o beiral oposto, isto é no centro do suposto "vão", se o telhado for montado sobre uma laje, fixamos um suporte para prender a linha. Obedecendo ao ângulo escolhido, fixamos a viga mais alta denominada cumeeira. Sendo o ponto mais alto, esta peça servirá de apoio ao conjunto de caibros que propiciará o escoamento da água.

O PONTO é outra modalidade para determinar o ângulo do telhado. Consiste em dividir o vão total por um número específico, donde resultará a altura necessária para a fixação da cumeeira. Para sugerir, considerando um exemplo simples, adotaremos o ponto de 1/5 para um vão total de 10 m. Dividindo este valor por 5 teremos como resultado 2. Assim a cumeeira será fixada com 2 m de altura em relação ao beiral, que é o referencial. Este sistema foi adotado e muito usado na Arquitetura colonial, ou seja, sob o domínio de Portugal. Isto se justifica pelo fato das edificações da época usar somente um tipo de telha, a “capa e canal”, também conhecida como telha colonial. Devia ser um valor genérico onde fosse usado em qualquer tipo de obra, o que não acontece nos dias de hoje.

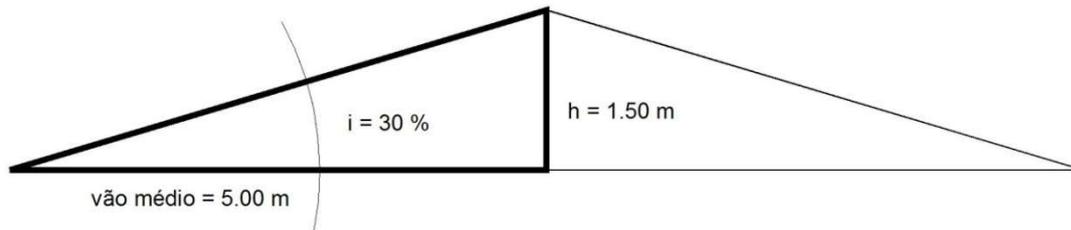
Com o surgimento de outros modelos de telhas no Brasil, a primeira chamada de “francesa”, esses sistemas ficaram em desuso, pois, cada um deles exigia uma inclinação diferente. Hoje dezenas de modelos estão disponíveis para o consumidor.

A PORCENTAGEM é o sistema que superou os anteriores por ser aplicado a qualquer tipo de telha. Para os produtos oferecidos atualmente a variação em termos de porcentagem pode ir de 5% até 35%, considerando dimensões, material e formato das telhas. É fácil perceber a dificuldade em aplicar os sistemas anteriormente descritos.

Geometricamente poderíamos considerar a estrutura como um triângulo retângulo donde o cateto maior estaria na horizontal e o menor na vertical, sendo que a hipotenusa representa o plano de águas.

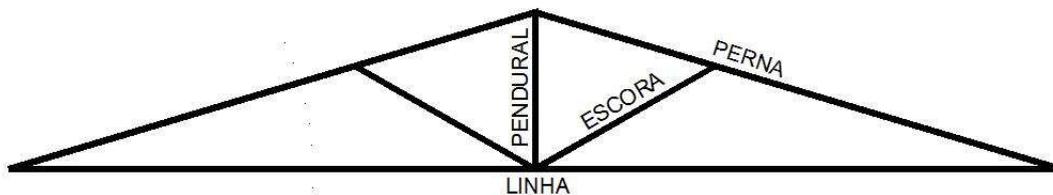
Para uma telha chamada “romana”, muito usada, a porcentagem indicada é 27%. Ao contrário do PONTO consideramos a distância média entre os beirais. Considerando o mesmo exemplo acima teremos o valor de 5 m até o centro do vão. Ao aplicarmos a porcentagem, a altura resultante será de 1.35 m para a cumeeira. Dessa forma a cada metro de telhado a partir do beiral em direção ao centro, este se elevará 27 cm. Aqui também será necessário esticar linhas para a fixação das peças após a determinação da porcentagem necessária.

A inclinação do plano de águas deve considerar também a região onde será executada a obra. Em zonas muito chuvosas e sujeitas a ventos fortes devemos aumentar o grau de inclinação para dar maior velocidade ao fluxo de água. Outra atitude a ser tomada está no aumento do recobrimento das telhas, ou seja, o quanto uma cobre a subsequente. Isto só é possível quando utilizamos telhas coloniais, aquelas também conhecidas como capa e canal.



Favorecidas pelo seu formato e montagem, podemos diminuir o espaçamento entre as ripas, chamado de gabarito. Assim o remonte será maior, impedindo a água de vazear entre as telhas. As telhas convencionais não permitem este artifício, pois, se encaixam perfeitamente entre elas, devido ao formato de fabricação. Nesse caso a única solução será o aumento da inclinação. Essas soluções demandam um aumento da quantidade de madeiras e telhas, onerando os custos, porém garante a salubridade do ambiente.

Tesoura:



NOMENCLATURA DAS PARTES PRINCIPAIS DE UMA TESOURA BÁSICA



SUSTENTAÇÃO DE TELHADO POR TESOURAS – AMBIENTES COMERCIAIS

Dimensionamento:

Para dimensionar os componentes de uma tesoura temos que considerar os esforços que atuarão nos mesmos. Causados pela força peso, essas peças sofrerão ações de tração ou compressão. Considerando as peças de madeira padronizadas disponíveis no comércio em geral e respeitando sua resistência admissível, escolhemos aquelas cuja seção resistirá aos esforços acima descritos, dando estabilidade e segurança à estrutura do telhado.

TESOURA - Seção das peças em relação aos vãos de apoio:

VÃO (m)	LINHA (cm)	PENDURAL (cm)	PERNA (cm)	ESCORA (cm)
5 a 6	6 X 12	6 X 10	6 X 15	6 X 8
7	6 X 15	6 X 15	6 X 18	6 X 8
8	6 X 15	6 X 15	6 X 18	6 X 12
9 a 10	6 X 18	6 X 18	6 X 20	6 X 12
12	6 X 20	6 X 20	6 X 20	6 X 12

TERÇAS – CAIBROS – Seção das peças em relação aos vãos de apoio:

ESPAÇAMENTO (entre tesouras ou oitão)	ESPAÇAMENTO (entre terças)			TERÇAS CUMEEIRAS Dimensão (cm)
	1.50 m	2.00 m	2.50 m	
2.50 m	6 X 12	6 X 15	6 X 18	
3.00 m	6 X 15	6 X 18	6 X 20	
3.50 m	6 X 18	6 X 20	6 X 22	
CAIBROS Dimensão (cm)	4 x 8	6 x 8	8 x 10	
	Espaçamento entre caibros = 50 cm			
RIPAS (cm)	2.5 X 5.0 (Espaçamento depende da telha)			

Montagem:

É importante ressaltar aqui a elaboração de um projeto de telhado especificando as peças e suas dimensões. Dessa maneira não haverá desperdício de madeiras. As peças poderão inclusive ser numeradas para facilitar a montagem. Antigamente se planejava a execução de um telhado pela compra de caminhões de madeira. Hoje isto é um luxo inadmissível.

Definido como ficará a sustentação do plano de águas, se através de tesoura ou oitão, e efetivada sua execução, teremos a cumeeira como o ponto mais alto do telhado. As peças mais abaixo que servirão de apoio para os caibros também são constituídas por vigas e levam o nome de terças. A distância entre as tesouras ou entre as terças norteará a escolha da seção das peças, como mostrado na tabela acima. A terça será fixada com pregos entre tesouras ou chumbadas com argamassa nos oitões de alvenaria. É aconselhável executar esses elementos de alvenaria sobre as paredes divisórias do pavimento inferior para não sobrecarregar a laje. Se a distância entre os apoios exceder o dimensionamento a cumeeira deverá ter apoios intermediários de madeira desde que esses se apoiem em vigas deitadas, distribuindo o peso numa área maior.



CONJUNTO DE TERÇAS E CAIBROS

Fixados a cumeeira e as terças o próximo passo será fixar os caibros perpendicularmente aos anteriores. A distância média entre os caibros é de 50 cm, entre eixos. Isto deve ser observado, pois, garantem a retidão das ripas que são mais finas.

A manta aluminizada é um componente que precisa ser previsto. Ela garante a comodidade de escoar possíveis vazamentos e isolar o imóvel do calor externo.

Encontrada em diversas espessuras ela é vendida em rolos com um metro de largura em média. Deve ser pregada nos caibros no sentido do beiral para a cumeeira. A faixa seguinte deverá cobrir a anterior ao menos 20 cm, chamado de remonte e assim sucessivamente. O ideal é fixar no mesmo alinhamento dos caibros um contra caibro sobre a manta. Nada mais é do que um caibro cortado ao meio. Assim formará um colchão de ar entre as telhas aumentando o isolamento. Esses recursos oneram o telhado, mas trazem conforto e nos fazem esquecer que ele existe.

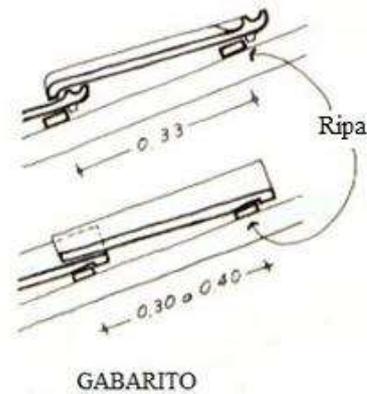


MANTA ALUMINIZADA

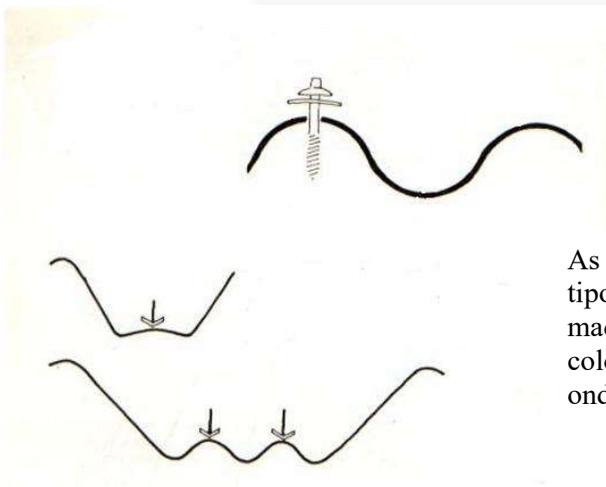
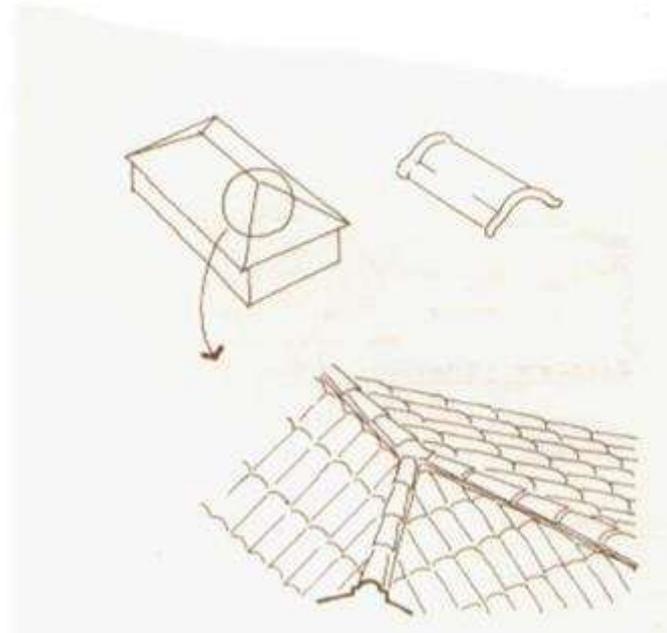
Se na montagem não for previsto o uso da manta passamos a fixar as ripas, peças mais finas que suportarão as telhas. Para esta tarefa será necessário fazer um gabarito, ou seja, uma peça de madeira com recortes que se encaixará nas ripas e manterá o espaçamento entre eixos, segundo a telha utilizada.



Terminado a montagem da estrutura passamos ao posicionamento das telhas. As fiadas devem começar pelo beiral em direção a cumeeira para obedecer ao remonte. No beiral devemos fixar duas ripas superpostas para que a telha não fique caída, coincidindo com a inclinação das outras. Dificilmente um telhado começa e termina com telhas inteiras, mesmo naqueles casos em que há recuos laterais. Este detalhe também pode ser planejado na fase de projeto, evitando surpresas ou tiras muito estreitas nas extremidades, passíveis de provocar vazamentos. As extremidades das fiadas devem receber um arremate com telhas chamadas de capa ou paulistinha, chumbadas com argamassa que contenha cal para evitar trincas ao longo do tempo. No ponto mais alto, conhecido como cumeeira e nas emendas que dividem as águas, conhecidas como espigão, o arremate é feito com as telhas chamadas cumeeiras. Nas emendas onde há convergência das águas, conhecido como água furtada, devemos prever chapas metálicas embaixo das telhas, conhecidas como rufo.



A argamassa de chumbamento nos arremates poderá receber pigmentação avermelhada, chamado de oxido de ferro para um perfeito acabamento. Se depois de pronto, o telhado receber uma pintura com resina, esta embelezará o trabalho e também irá impermeabilizá-lo, aumentando sua durabilidade.



As telhas de fibrocimento, onduladas ou do tipo calha, são fixadas à estrutura de madeira por meio de pregos ou parafusos colocados sempre na parte superior da onda.

Inclinação Média Baseada na Porcentagem:

TIPO DA TELHA	MODELO MATERIAL	CLIMA CHUVOSO	CLIMA MUITO CHUVOSO
FRANCESA	CONJUGADA CERÂMICA OU CIMENTO	30%	40%
ROMANA			
ITALIANA			
PORTUGUESA			
ESPAÑHOLA			
AMERICANA			
COLONIAL	INDEPENDENTE CERÂMICA	25%	30%
CAPA E CANAL (PLAN)		50%	60%
PLAN LISA			
ONDULADA	CHAPA FIBROCIMENTO	10%	13%
CANALET			
TRAPEZOIDAL	CHAPA METÁLICA	6%	8%
CANALETA			
ONDALINE	CHAPA RECICLÁVEIS	5%	10%
ECOTOP		22%	25%



TELHAS DE ARGAMASSA DE CIMENTO

Quando, por motivos estéticos, adotar-se uma inclinação acima do previsto, devemos providenciar a fixação das telhas com arame junto à estrutura de madeira. Preferencialmente usando materiais resistentes à ferrugem como cobre ou latão. Será necessário furar as telhas na parte protegida pelo remonte para não provocar vazamentos. Em alguns casos é necessário também o chumbamento intercalado das telhas para melhor estabilidade do conjunto. Algumas telhas planas, geralmente usadas em telhados destinados a suportar neve, possuem furos para fixação, pois, a inclinação nesse caso ultrapassa 45°. Em zonas litorâneas convém prender as telhas do beiral na estrutura, devido aos fortes ventos. Nas varandas desprovidas de forro também é aconselhável a fixação das telhas com arame.

Modelos de telhas mais comuns:



PORTUGUESA



ROMANA



AMERICANA



COLONIAL



CAPA E CANAL



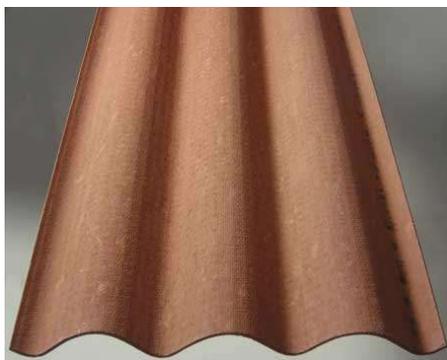
COPO VENETO



ECOTOP



ESPAÑHOLA



FIBROCIMENTO



FRANÇESA



ITALIANA



MEDITERRÂNEA



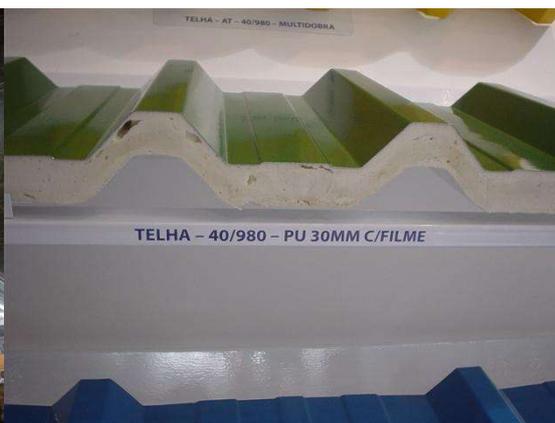
METÁLICA



PLAN



TELHAS AUTOPORTANTES
(Para vãos de até 40 m)



CHAPA GALVANIZADA
(Revestidas com espuma de poliuretano)



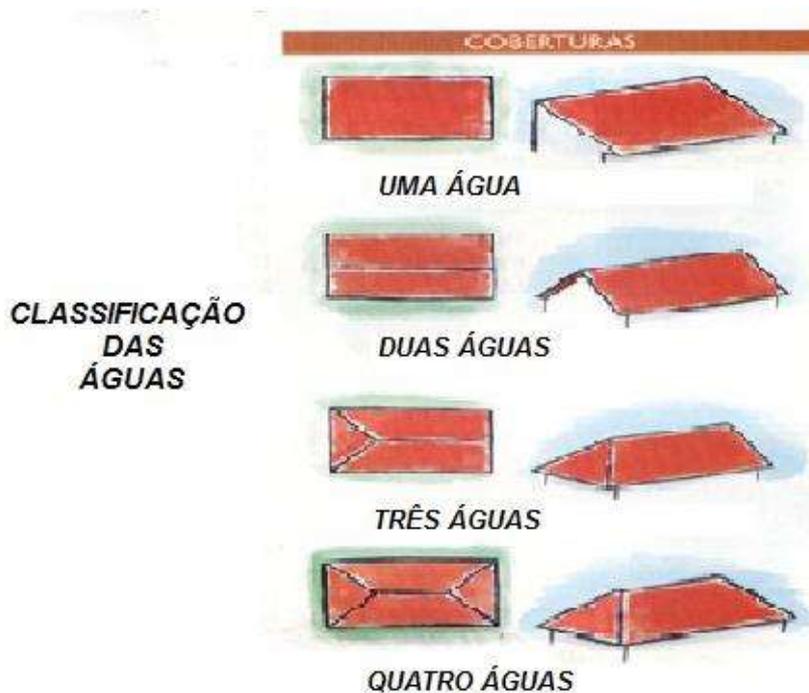
CHAPA GALVANIZADA
(Revestidas com isopor)



RESÍDUOS DE BORRACHA
(Revestidas com isopor)



TELHAS DE BARRO
(Acabamento esmaltado e em diversas cores)



Representação Gráfica:

O primeiro passo para se detalhar um Projeto de telhado é determinar os divisores de águas. Eles são representados pela junção dos planos de águas, isto é, onde eles se encontram.

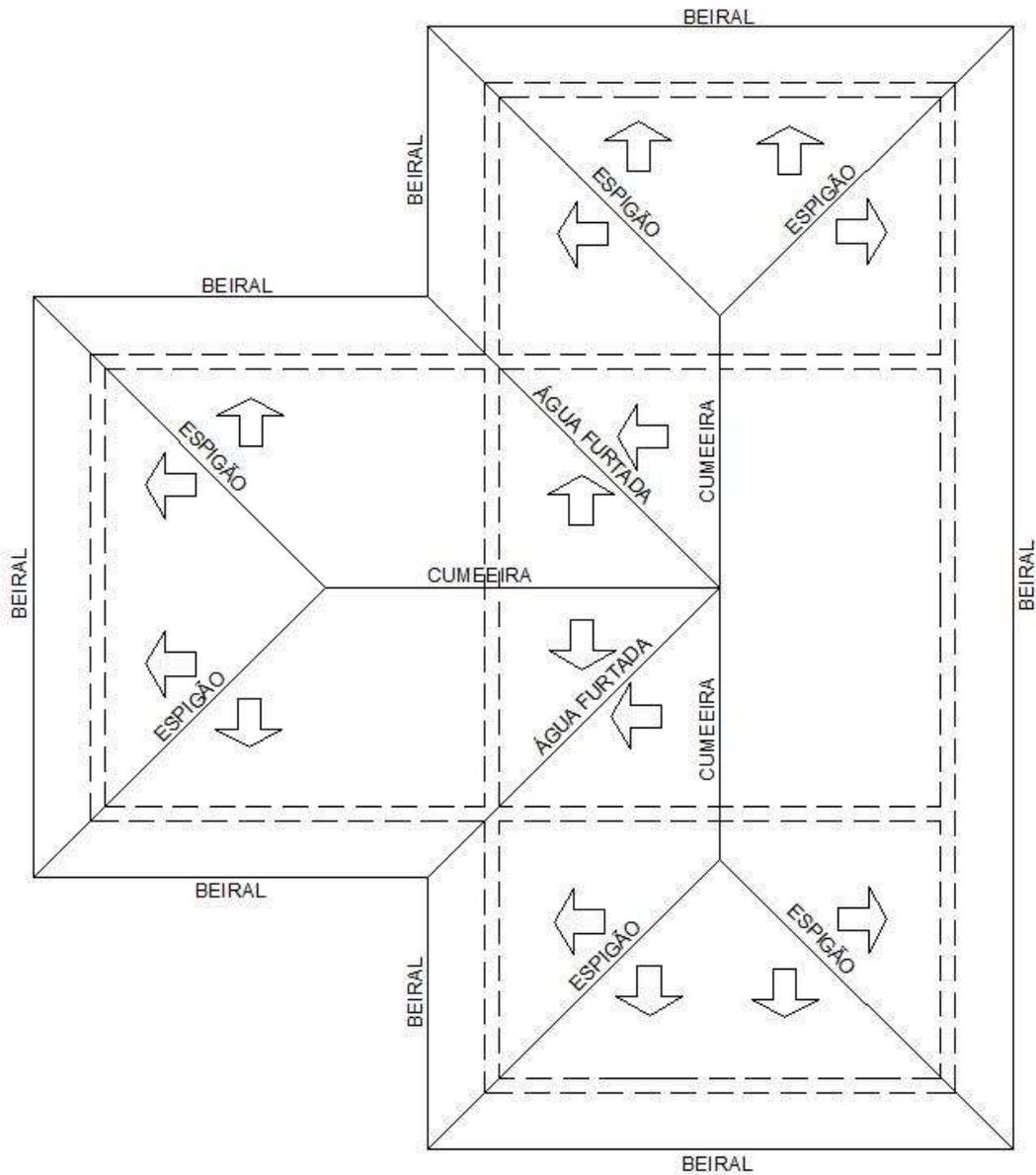
Isto não acontece somente se o telhado for de uma água, como demonstrado acima. Nas outras situações os planos de águas possuem ângulos diferentes gerando assim, fluxos de comportamentos diferentes. Se o fluxo de água se afasta em direção ao beiral está emenda é denominada espigão. Se o fluxo de água converge para a emenda esta é denominada água furtada. Isto é um fato determinante, pois demandará um acabamento específico para cada situação. Se espigão, a emenda deverá ser emboçada com telhas cumeeira. Se água furtada, deveremos prever uma chapa metálica sob as telhas para o escoamento da água em direção à calha.

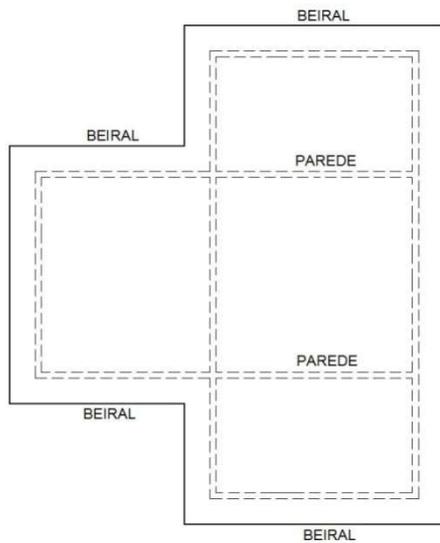
O ponto mais alto do telhado, denominado cumeeira, também é um divisor de águas.

Após o traçado dos divisores de águas podemos desenhar parte da estrutura, mostrando a cumeeira, as terças, os caibros e as ripas, em escala. Dessa forma será possível determinar a quantidade exata de peças e suas dimensões, facilitando a compra e a execução.

Os telhados mais comuns são os de duas e o de quatro águas. Os de duas águas quando usado são montados com uma água para frente e outra para trás. Favorece esteticamente o imóvel, pois deixa à mostra as telhas utilizadas.

Abaixo temos a Planta de um típico telhado quatro águas mostrando o beiral e suas junções. As setas representam a direção do fluxo de águas.

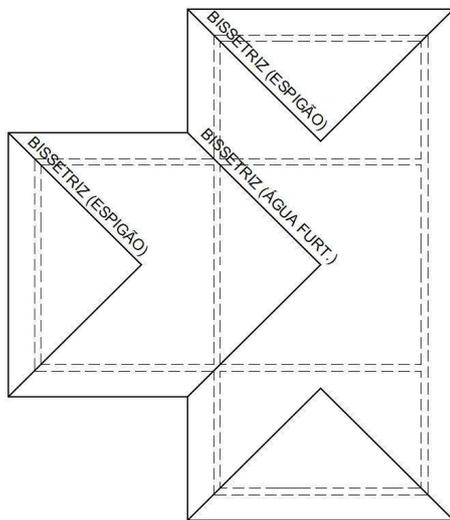




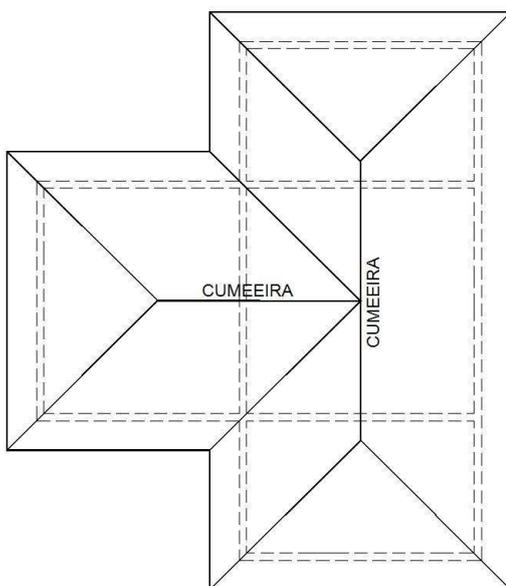
DIVISORES DE ÁGUAS

Etapas do traçado:

1ª. Etapa: As paredes do imóvel serão desenhadas com linhas tracejadas, pois estão em um plano inferior ao telhado. Em seguida, traçamos a linha do beiral paralela à parede com linha contínua. A distância varia de 50 a 60 cm.



2ª. Etapa: Traçamos a bisetritz dos ângulos que identificarão os divisores de águas. Os encontros dessas bisetritz determinam o início da cumeeira. A bisetritz invertida determina a água furtada.



3ª. Etapa: Unimos as bisetritz para traçar a cumeeira e esta finaliza no encontro com a água furtada. A largura do telhado é que vai determinar a altura real da cumeeira. Se esta largura for igual num telhado irregular as cumeeiras ficarão alinhadas ou perpendiculares. Se a largura for diferente surgirão emendas em ângulos entre as cumeeiras, gerando espigões.