



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Construção Civil
PCC 436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II

COBERTURAS EM TELHADOS

NOTAS DE AULA

Prof. Dr. Francisco Ferreira Cardoso

Assistentes de Ensino:

Luciana A. de Oliveira
Marcelo Gustavo Martins

São Paulo
Novembro, 2000

SUMÁRIO

1	Introdução.....	2
2	Coberturas em telhados	2
2.1	PARTES CONSTITUINTES	2
2.1.1	<i>Telhamento</i>	4
2.1.1.1	Telhas Cerâmicas	4
2.1.1.2	Telhas Onduladas de Fibrocimento.....	7
2.1.1.3	Telha de Concreto.....	9
2.1.1.4	Telha Ondulada de Poliéster	10
2.1.1.5	Telha de Aço	11
2.1.1.6	Telha de asfalto coberta por grânulos (telha tipo <i>Shingle</i>).....	13
2.1.2	<i>Estrutura: Trama e Estrutura de Apoio</i>	14
2.1.2.1	Estrutura de Madeira.....	17
2.1.2.2	Estrutura Metálica	18
2.1.3	<i>Sistemas de Captação de Águas Pluviais</i>	19
3	Principais aspectos do método executivo de telhamentos em telhas cerâmicas	22
3.1	COLOCAÇÃO DAS TELHAS	22
3.2	BEIRAL.....	23
3.3	CUMEEIRA.....	23
3.4	ESPIGÃO	23
3.5	RINCÃO OU ÁGUA FURTADA.....	23
3.6	ARREMATES	24
3.7	ARGAMASSA DE EMBOÇAMENTO	24
4	Conclusões.....	24
5	Referências Bibliográficas	30

1 INTRODUÇÃO

A cobertura é um subsistema do edifício e pode ser dividida em dois grupos principais:

- lajes de concreto impermeabilizadas;
- coberturas em telhado.

As lajes de concreto impermeabilizadas foram apresentadas por MELHADO (1991) em apostila, e suas partes constituintes e funções foram discutidas durante as aulas de impermeabilização.

Assim, neste trabalho serão apresentados os principais conceitos relacionados às coberturas em telhados.

Ante, porém, apresenta-se um quadro comparativo entre as duas tipologias de cobertura, que consta da tabela 1.

Assim, as coberturas em telhados possuem as seguintes características quando comparadas às lajes de concreto impermeabilizadas:

- menor peso;
- melhor estanqueidade;
- maior durabilidade;
- menor participação estrutural;
- menos suscetibilidade às movimentações do edifício;
- necessidade de forro.

2 COBERTURAS EM TELHADOS

Caracteriza-se aqui o telhado como sendo um revestimento descontínuo constituído de materiais capazes de prover estanqueidade à água de chuva, repousados ou fixados sobre uma estruturação leve.

Neste item serão apresentados as partes constituintes das coberturas em telhados.

2.1 PARTES CONSTITUINTES

As partes constituintes das coberturas em telhados e suas funções principais são assim:

- a) telhamento: constituído por telhas de diversos materiais (cerâmica, fibrocimento, concreto, metálica e outros) e dimensões, tendo a função de vedação;
- b) trama: constituída geralmente por terças, caibros e ripas, tendo como função a sustentação das telhas;
- c) estrutura de apoio: constituída geralmente por tesouras, oitões, pontaletes ou vigas, tendo a função de receber e distribuir adequadamente as cargas verticais ao restante do edifício;
- d) sistemas de captação de águas pluviais: constituídos geralmente por rufos, calhas, condutores verticais e acessórios, tendo como função a drenagem das águas pluviais.

Cada uma dessas partes serão apresentadas com mais detalhes a seguir.

Características fundamentais	Coberturas em telhados	Lajes de concreto impermeabilizadas
Peso	Os materiais de revestimento utilizados são leves (telhas) e os vãos são vencidos geralmente por treliças, resultando em estruturas leves.	Os vãos são vencidos pelo próprio concreto armado ou protendido, resultando geralmente em coberturas mais pesadas.
Estanqueidade	É garantida pelo detalhe de justaposição das telhas (encaixe, comprimento de tal sobreposição, etc.) e pela inclinação; a inclinação é fundamental, de forma a garantir uma velocidade de escoamento das águas que evite a penetração pelas juntas, através do efeito do vento, ou através das próprias peças constituintes, quando o material não é suficientemente impermeável.	A continuidade é garantida pela continuidade da superfície vedante; o concreto, pela sua fissuração (devido à retração, movimentação térmica e carregamento), não garante por si só esta continuidade, sendo exigidas as impermeabilizações.
Participação estrutural e comportamento frente a movimentações do edifício	As coberturas em telhados apenas se apoiam sobre o suporte, não tendo participação estrutural significativa no conjunto da edificação. E, ainda, a movimentação devida a mudanças de temperatura ou a outros motivos (até um certo limite) não compromete sua estanqueidade, por estarem as telhas soltas e sobrepostas.	As coberturas de concreto, integram a estrutura do edifício. As movimentações estruturais (variações dimensionais, recalques diferenciais) introduzem tensões na cobertura, o que pode comprometer sua estanqueidade devido à fissuração ou ao trincamento.
Necessidade de forro	Geralmente utiliza-se um forro, que desempenha dupla função: uma é de nivelar o teto e fornecer suporte às instalações, outra é a de propiciar correção térmica, uma vez que os telhados têm em geral pequena espessura. Pode-se dizer que o espaço de ar confinado entre a cobertura e o forro, e o próprio forro, participam da correção térmica.	Em geral, dispensam a utilização de forros. Por exemplo, nas coberturas em lajes horizontais, o nivelamento do teto e suporte para as instalações já é obtido pela própria laje.

Tabela 1: Quadro comparativo entre coberturas em telhados e lajes de concreto impermeabilizadas (PICCHI, 1994).

2.1.1 TELHAMENTO

Neste item serão apresentados os seguintes tipos de telhas:

- cerâmicas;
- onduladas de fibrocimento;
- de concreto;
- ondulada de poliéster;
- de aço;
- de asfalto coberta por grânulos (telha tipo *Shingle*).

2.1.1.1 TELHAS CERÂMICAS

As telhas cerâmicas são de uso mais corrente no Brasil, sobretudo em construções residenciais unifamiliares. De acordo com YAZIGI (1998) *“a fabricação das telhas cerâmicas é feita quase que pelo mesmo processo empregado para os tijolos comuns. O barro deve ser mais fino e homogêneo, nem muito gordo nem muito magro, a fim de ser mais impermeável sem grande deformação no cozimento. A moldagem pode ser feita por extrusão seguida da prensagem, ou diretamente por prensagem. A secagem tem de ser mais lenta que para os tijolos comuns, ou seja, a retenção de água deve ser maior, para diminuir a deformação”*. Ainda segundo este autor, as telhas devem ser fabricadas com maior cuidado que os tijolos, apresentando menores deformações, sendo mais compactas, mais leves e tão impermeáveis quanto possível.

Conforme seu tipo, devem atender às disposições da norma “NBR 9601 – Telha cerâmica de capa e canal – Especificações” ou “NBR 7172 – Telha cerâmica tipo francesa – Especificações”.

O controle expedito da impermeabilidade (estanqueidade à água) é feito moldando sobre ela um anel de argamassa, no interior do qual se põe água até 5 cm de altura. Uma boa telha, em 24 horas, não deixa infiltrar umidade. A umidade só aparecerá após 48 horas, e sem gotejamento. Normalmente, exige-se que a absorção não seja superior a 18%, mas convém registrar que as telhas têm sua impermeabilidade aumentada com o tempo. Isso se deve ao fato de que os poros se obstruem com o limo e a poeira depositada. A superfície das telhas tem de ser lisa, para deixar a água escorrer facilmente e para diminuir a proliferação de musgo (YAZIGI, 1998).

A estanqueidade e o desempenho térmico constituem os dois principais pontos para a avaliação de utilização de um telhado. Dentre as causas das falhas de adequabilidade a esses aspectos têm-se:

- grande número de juntas;
- deslocamento dos componentes durante fortes ventos (declividades e assentamentos inadequados);
- deslocamento das telhas decorrentes de deformações excessivas das estruturas de sustentação;
- projeto inadequado de arremates (encontro de telhados e paredes), extravasores de água, etc.;
- acúmulo de algas, líquens e musgos nos encaixes;
- trasbordamento de calhas e rufos.

O desenvolvimento de musgos nos telhados obstruem os ressaltos das telhas e provocam refluxo das água tornando os telhados escuros, e as calhas podem sofrer obstruções. A mudança de cor avermelhada para tonalidades escuras do marrom aumenta a quantidade de calor de radiação gerado na cobertura e piora as condições de conforto térmico. Os musgos podem ser eliminados por meio da escovação e de lavagem das telhas com produtos tóxicos como, por exemplo, água sanitária e cloro. A escovação é recomendada para ser executada após os períodos de temporadas úmidas.

No recebimento das telhas cerâmicas no canteiro não poderão ser aceitos defeitos sistemáticos como quebras, rebarbas, esfoliações, trincas, empenamentos, desvios geométricos em geral e não uniformidade de cor.

Cada caminhão entregue na obra será considerado como um lote para efeito de inspeção. Segundo SOUZA (1996), com exceção da espessura, que deve ser verificada em uma amostra de 13 peças retiradas aleatoriamente de cada lote, todas as demais propriedades são verificadas em amostras de 20 peças.

As telhas cerâmicas têm de ser estocadas na posição vertical, em até três fiadas sobrepostas. No caso de armazenamento em laje, verificar sua capacidade de resistência para evitar sobrecarga (figura 1).



Figura 1: Armazenamento de telhas (transparência de aula).

Em princípio, há dois tipos de telhas cerâmicas: as planas e as curvas. As telhas planas são do tipo Marselha, também conhecidas por telhas francesas, e as telhas de escamas, pouco encontradas. As telhas francesas são planas, com encaixes laterais e nas extremidades, com agarração para fixação às ripas. Pesam aproximadamente 2 kg e são necessárias 15 peças por metro quadrado de cobertura. Para a inclinação usual de 30°, isso corresponde a 22 peças por metro quadrado de projeção. As normas técnicas dividem as telhas cerâmicas tipo Marselha em duas classificações, conforme sua resistência a uma carga aplicada sobre o centro da telha, estando ela sobre dois apoios:

1ª categoria: resistência mínima de 85 kg;

2ª categoria: resistência mínima de 70 kg.

Ainda segundo YAZIGI (1998). uma telha cerâmica, mesmo de 2ª categoria, precisa resistir bem ao peso de um homem médio, estando apoiada nas extremidades. Esse é um processo para verificar a qualidade no momento do recebimento, sendo que a espessura média para essas telhas é de 1 a 3 cm.

As telhas de escamas são feitas para emprego em mansardas e telhados de ponto elevado, situação em que as telhas francesas escorregariam sob o efeito do vento. Essas telhas são simples placas planas com dois furos, pelos quais se passa arame para prendê-las às ripas. Para a caracterização do conceito de ponto, ver figura 2.

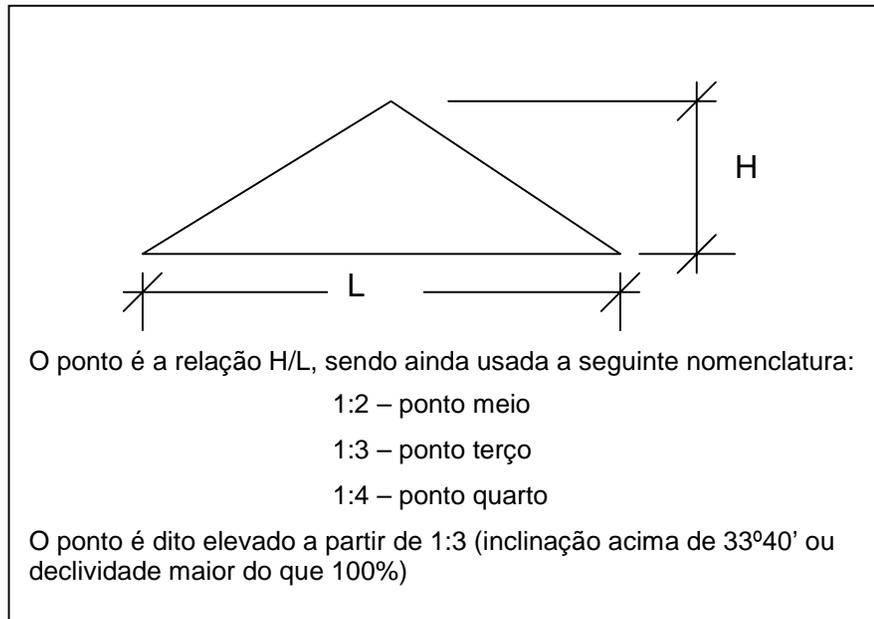


Figura 2 – Caracterização do ponto elevado (notas de aula).

As telhas do tipo capa e canal, também chamadas romanas ou coloniais, podem ser simples ou com encaixes e de cumeeira. As coloniais simples, sem encaixe, pesam 1,80 kg por unidade. As coloniais de encaixe são de diversos desenhos e tamanhos. O sistema de fixação destas telhas também variam muito. As telhas de cumeeira são usadas nas cumeeiras e nos espigões, são do tipo capa, mas com encaixe e desenho de arremate.

As dimensões usuais das telhas cerâmicas estão representadas na figura 3.

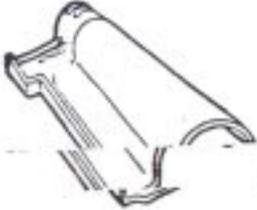
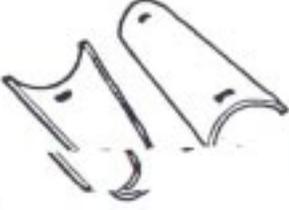
ENCAIXE	CAPA E CANAL
 <p> Tipo: Duplana Quantidade: 16 UN/m² Declividade: 32% < d < 40% </p>	 <ul style="list-style-type: none"> Tipo: Plan Quantidade: 26 UN/m² Declividade: 20% < d < 30%
 <p> Tipo: Francesa Quantidade: 15 UN/m² Declividade: 32% < d < 40% </p>	 <ul style="list-style-type: none"> Tipo: Paulista Quantidade: 26 UN/m² Declividade: 20% < d < 25%
 <p> Tipo: Romana... Quantidade: 16 UN/m² Declividade: 32% < d < 40% </p>	 <ul style="list-style-type: none"> Tipo: Colonial Quantidade: 22 UN/m² Declividade: 20% < d < 25%

Figura 3: Dimensões e declividades de telhas cerâmicas (transparência de aula).

2.1.1.2 TELHAS ONDULADAS DE FIBROCIMENTO

Pelo baixo custo dos telhados executados com as telhas onduladas de fibrocimento, estas são bastante utilizadas em edifícios habitacionais de padrão popular, inclusive unifamiliares, embora não proporcionem adequado conforto, sobretudo térmico. Juntamente com as telhas de aço, são bastante empregadas em edifícios comerciais e industriais.

Devem atender às disposições da norma “NBR 7581 – Telha ondulada de fibrocimento – Especificações”.

Trata-se de produto fabricado com mistura homogênea de cimento Portland e fibras de amianto. A tabela 2 apresenta as dimensões padronizadas das telhas onduladas de fibrocimento.

Espessura (mm)	Comprimento (m)	Largura (m)
5, 6 e 8 mm	0,91 / 1,22 / 1,53 / 1,83 / 2,13 / 2,44 / 3,05 / 3,66	1,10 (útil 0,885 m ou 1,05 m conforme recobrimento)

Tabela 3 dimensões padronizadas das telhas onduladas de fibrocimento (YAZIGI, 1998).

O recobrimento lateral é de $\frac{1}{4}$ de onda. O recobrimento mínimo longitudinal é de 14 cm.

As telhas com comprimento superior a 1,83 m (de 6 mm) e de 2,13 m (de 8 mm) exigem terça intermediária de apoio.

Apoiadas em estrutura de madeira, metálicas ou de concreto, as telhas deverão ser fixadas com acessórios apropriados, fornecidos pelo fabricante. Tal fixação é feita com ganchos, parafusos e grampos de ferro zincado, com utilização de conjunto de arruelas elásticas de vedação, massa de vedação e cordões de vedação.

As telhas precisam apresentar a superfície das faces regular e uniforme, bem como obedecer às especificações de dimensões, resistência à flexão, impermeabilidade e absorção de água.

A observação de trincas, quebras, superfícies das faces irregulares, arestas interrompidas por quebras, caroços, remendos e deformações, será feita visualmente, inspecionando as amostras retiradas de cada lote.

Cada caminhão entregue na obra com um máximo de 500 telhas será considerado como um lote para efeito de inspeção. Segundo SOUZA (1996), as propriedades são verificadas em amostras de 13 peças, retiradas aleatoriamente de cada lote.

As telhas têm de ser armazenadas em pilhas de até 35 peças, apoiadas em três pontaletes paralelos, sendo um no centro e os outros a 10 cm de cada borda. No caso de armazenamento sobre laje, verificar sua capacidade de resistência de modo a descartar qualquer risco de sobrecarga (YAZIGI, 1998).

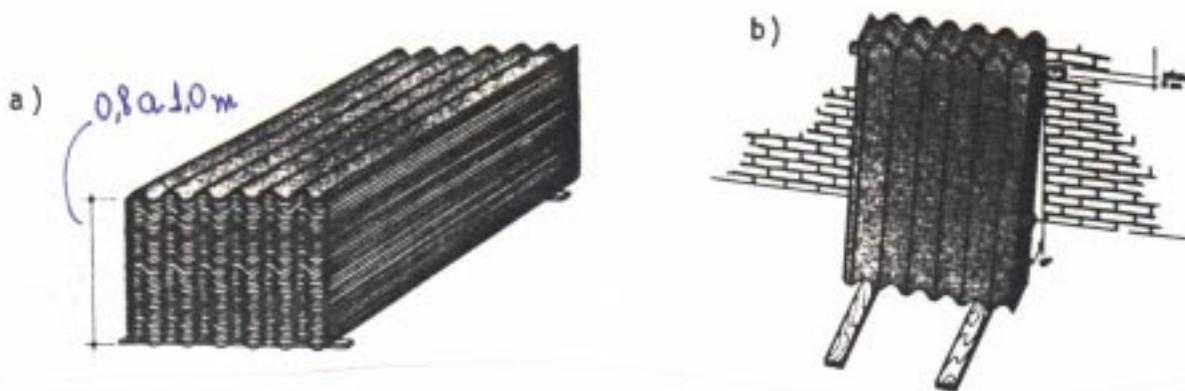


Figura 4: Armazenamento de telhas de fibrocimento (transparência de aula).

Na montagem da primeira fiada as chapas precisam ser fixadas com um parafuso por chapa (colocado na crista da 2ª onda), necessitando a última chapa ser fixada com dois parafusos (na crista das 2ª e 5ª ondas). Nas chapas das fiadas intermediárias, terão de ser aplicados dois ganchos chatos na cava da 1ª e 4ª onda. As cumeeiras deverão ser

fixadas com um parafuso de cada lado, sendo a última delas com dois parafusos de cada lado. O caimento mínimo a ser empregado é de 10° ou seja 17,6% (abaixo desse limite, estar-se-á arriscando infiltração de água através da junção das telhas).

A superposição das chapas variam conforme sua inclinação, sendo portanto:

- para telhados com menos de 15° de inclinação, usar recobrimento longitudinal mínimo de 20 cm;
- para caimentos maiores de 15°, pode-se usar recobrimento longitudinal de 14 cm.

O espaçamento máximo entre as terças é de 1,69 m. Por essa razão, a chapa mais econômica é a de 1,83 m, já que para as telhas maiores se torna indispensável a colocação de terça intermediária (para telhas de 6 mm de espessura). Quanto aos beirais, os comprimentos das chapas, máximo e mínimo, em balanço são:

- beirais sem calha: máximo 40 cm e mínimo 25 cm;
- beirais com calha: máximo 25 cm e mínimo 10 cm.

A montagem das telhas deverá ser iniciada a partir do beiral para a cumeeira. Para uma montagem e utilização do sistema de cobertura em telhas onduladas de fibrocimento eficientes, precisam ser seguidas as seguintes recomendações:

- não se pode pisar diretamente sobre as telhas; usar tábuas apoiadas em três terças, em coberturas muito inclinadas, amarrar as tábuas;
- utilizar ferramentas manuais (serrote, arco de pua, etc.). Se houver a necessidade de utilização de serras elétricas, recomenda-se as de baixa rotação para evitar a dispersão do pó de amianto;
- procurar sempre realizar o trabalho ao ar livre;
- umedecer as peças de fibrocimento antes de cortá-las ou perfurá-las.

Finalmente, cabe dizer que existem outras telhas em fibrocimento com seções diversas e capazes de vencer grandes vãos, que são sobretudo empregadas em edifícios comerciais e industriais, em abrigos para veículos.

2.1.1.3 TELHA DE CONCRETO

As telhas de concreto e suas peças complementares são compostas de aglomerantes, agregados e óxidos que são responsáveis pela sua coloração. Têm uso ainda limitado no Brasil, sendo empregadas sobretudo em edifícios de médio e alto padrão.

A tabela 3 apresenta as dimensões nominais da telha de concreto, comumente conhecida como tipo *Tégula*, que é o seu principal fabricante.

Comprimento útil	Largura útil	Peso nominal por unidade	Consumo	Inclinação
320 mm	300 mm	4,70 kg	10,50 un/m ²	30%

Tabela 3: Dimensões nominais da telha de concreto do tipo *Tégula* (GUIA TÉGULA, 1999).

Segundo catálogo do fornecedor (GUIA TÉGULA, 1999) esta telha apresenta uma espessura média de 12 mm, absorção de água entre 7 a 10% e resistência mínima à flexão de 300 kg.

Para as montagens dessas telhas, inicia-se da direita para a esquerda e de baixo para cima.

A sobreposição de uma cumeeira sobre outra é de 7 cm. É muito importante que no emboçamento das peças complementares a argamassa utilizada fique protegida pela cumeeira, ou seja, significando que a massa não deve ficar exposta às intempéries. Pode-se ainda adicionar um pigmento à argamassa de assentamento da mesma coloração das telhas.

Deve-se, no caso de armazenamento das peças, providenciar com antecedência um local plano para a descarga das telhas e prepará-lo com uma camada de 5 cm de areia, evitando assim que as telhas estocadas sejam em contato com a terra ou barro. É importante considerar a quantidade de telhas empilhadas, e recomenda-se no máximo três na vertical.

Para o corte dessas telhas, pode-se utilizar uma máquina convencional de corte com disco para material refratário ou, ainda, qualquer máquina com disco diamantado.

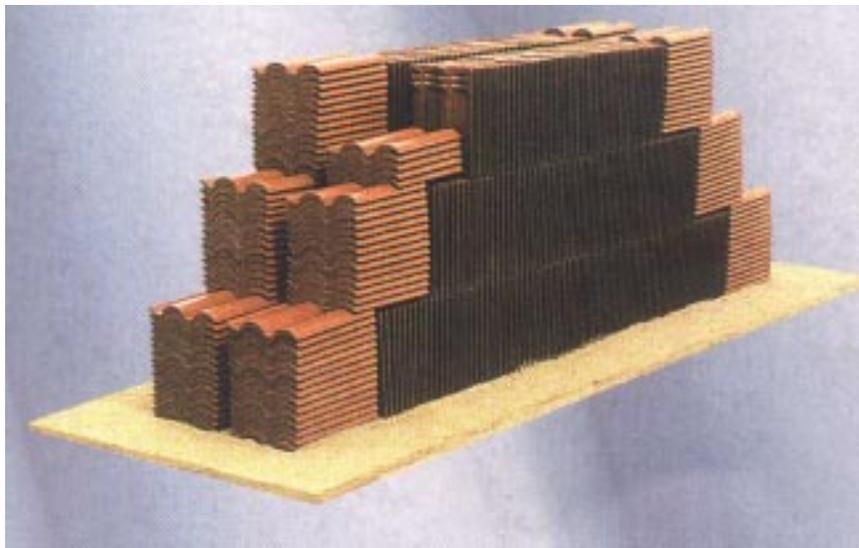


Figura 5: Armazenamento de telha tipo *Tégula*. (GUIA TÉGULA,1999)

2.1.1.4 TELHA ONDULADA DE POLIÉSTER

São chapas onduladas de poliéster reforçado com filamentos de vidro, apresentada em diversos perfis adaptáveis a telhas de outros materiais, como as de fibrocimento e metálicas (aço zincado). Suas dimensões são apresentadas na tabela 4.

Espessura (mm)	Comprimento (m)	Largura (m)
(1+/-0,2) mm	de 1,22 a 12,0 m	de 0,506 a 1,10 m

Tabela 4: Dimensões das chapas onduladas de poliéster (YAZIGI,1998).

O peso varia de 1,4 kg/m² a 1,8 kg/m². São incolores, translúcidas, flexíveis, resistentes a gases industriais, óleo e agentes químicos. Sua utilização básica é em coberturas, com o objetivo de aumentar a luminosidade (iluminação zenital) do ambiente.

São fixadas sobre estruturas metálicas ou de madeira. São elementos de fixação: pregos, parafusos e ganchos com rosca, sempre colocados na crista da onda das chapas.

A colocação geralmente se inicia do beiral para a cumeeira, segundo YAZIGI(1998) no sentido oposto ao dos ventos dominantes na região, regra essa que é válida para os demais tipos de telha.

2.1.1.5 TELHA DE AÇO

As telhas de aço têm uso predominante em edifícios comerciais e industriais e o material básico para a fabricação de seus perfis é a chapa de aço apropriada para moldagem a frio, zincada ou pintada com material sintético. Ao serem configuradas, podem apresentar seções diversas, como ilustra a figura 6.

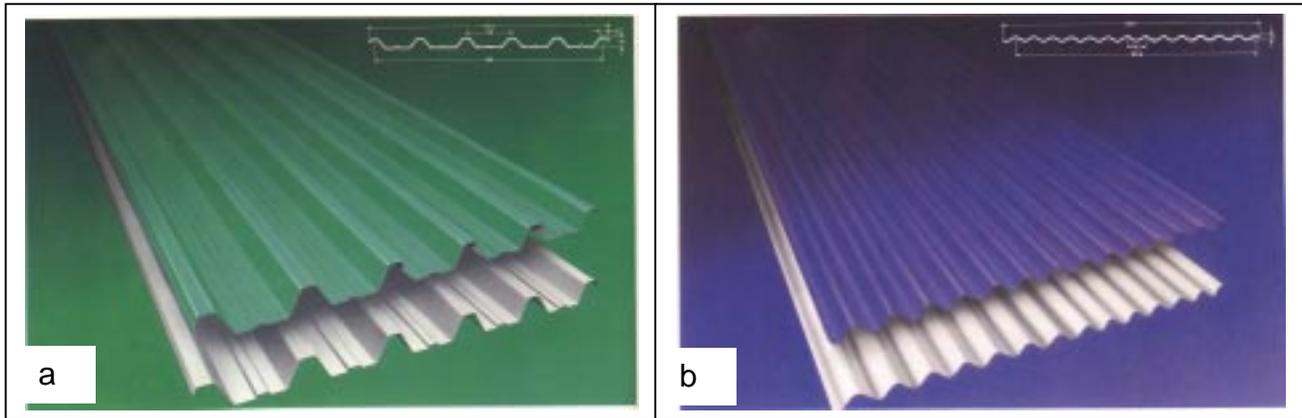


Figura 6 –Telhas de aço a)- seção trapezoidal / b)-seção ondulada (PERKROM)

De fato, os fabricantes de telhas de aço zincada têm em sua linha diferentes geometria de perfis, mas segundo MENEGUETTI (1994), “é possível agrupá-los em dois grupos conforme a seção transversal (ondulada ou trapezoidal) e por altura da parte inferior e superior da telha”. A tabela 5, da Associação Brasileira de Construtores de Estrutura Metálica (ABCEM), traz a produção de telhas de aço no Brasil, por tipo de seção.

FABRICANTE	ALTURA ENTRE A PARTE SUPERIOR E INFERIOR DA TELHA (mm)								
	17	25	35	40	66	75	90	100	120
Brafer	◆			◆					◆
Central telhas	◆	◆							
Cibresme				◆					
Eucatex	◆			◆					
Gravia	◆	◆							
Haironville	◆		◆	◆	◆	◆	◆		
Imasa	◆								
Kofar	◆			◆					
Macmetal									
Multi	◆		◆						
Panisol				◆					
Perkron	◆	◆	◆	◆				◆	
Roll-for	◆	◆	◆	◆				◆	
Sirapo	◆			◆					
Só-Calhas	◆	◆							
Tekno									◆
TIPO DE TELHA	ONDULADA		TRAPEZOIDAL						

Tabela 5 -Tipos de telhas de aço e respectivos fabricantes (ABCCEM,1992).

A zincagem por imersão protege a chapa de aço contra a ação da corrosão sendo, em conjunto com os necessários acabamentos de superfície, um excepcional fundo de aderência para um posterior revestimento com material sintético (Manual HAIRONVILLE DO BRASIL, 1999).

A fabricação dos perfis de aço a partir de bobinas de fitas de aço previamente zincadas se dá através de um processo contínuo em equipamentos de rolos de perfilação. Neste método de fabricação, a fita de aço é desenrolada da bobina a uma velocidade de até 70 m/min; a seguir ela é aplainada, cortada no comprimento, perfilada, empilhada e, finalmente, embalada. Desta maneira podem ser fabricados perfis de aço (telhas) com até 20 m de comprimento.

O fornecimento das telhas de aço é feito em caminhões, em pacotes paletizados que, levando em consideração os guinchos existentes nas obras, têm um peso máximo de 3 toneladas.

Para o armazenamento, caso os pacotes de telhas perfiladas não venham a ser utilizados de imediato, devem ser armazenados de modo a serem protegidos contra a ação das intempéries. Se possível, os pacotes deverão ser armazenados com uma leve inclinação na direção longitudinal, para que na eventualidade de cair água sobre as telhas, essa possa escoar livremente. E, ainda, as embalagens dos pacotes feitas na fábrica devem ser abertas nas extremidades para evitar a formação de condensação de água.

Como mostra a figura 7, os perfis metálicos são fixados através de chumbadores, rebites ou parafusos, nas ondas das telhas.

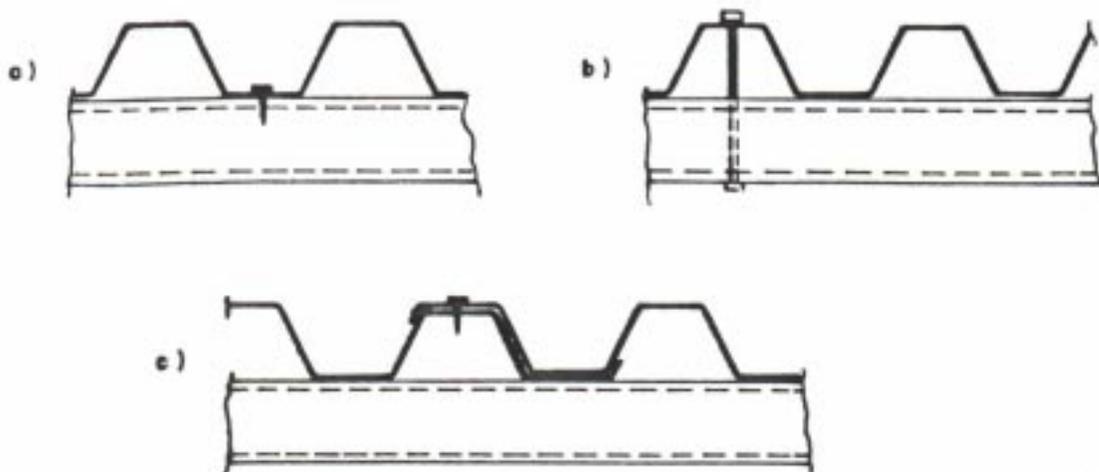


Figura 7: Fixação das telhas metálicas (transparência de aula).

Além das telhas de aço, são também encontradas no mercado telhas de alumínio, que, via de regra, apresentam maior durabilidade, maior preço, menor peso e menor resistência, para uma mesma seção.

2.1.1.6 TELHA DE ASFALTO COBERTA POR GRÂNULOS (TELHA TIPO *SHINGLE*[®])

Apresentando características bastante particulares e com uso ainda limitado no Brasil, as telhas de asfalto coberta por grânulos (telha tipo *Shingle*) foram desenvolvidas para fazer do telhado um elemento construtivo que supere as funções básicas de proteções contra as intempéries, permitindo a utilização de várias águas sem emendas.

Mais ainda do que nos casos dos telhados com telhas em fibrocimento ou em aço, trata-se de um “sistema de cobertura” que é dotado de componentes específicos, exigindo um projeto especialmente desenvolvido. Nele, não se pode falar das telhas de modo isolado, devendo-se considerar conjuntamente a estrutura portante e outros componentes, que dele fazem parte e que também assumem características particulares.

O “sistema de cobertura tipo *Shingle*” é assim composto por (ver figura 8):

- estrutura de suporte: composta por tesouras (no caso de vãos abertos, sem laje), ou pontaletes (quando feitos sobre lajes). Sobre essa estrutura, serão colocadas terças, vigas e os caibros, se necessário; até aqui não se diferenciam dos demais tipos de coberturas em telhado, o que começa a acontecer a partir do próximo componente;
- base de madeira: é constituída por uma chapa de compensado, que será a base direta da telha, sobre a qual a mesma será fixada através de pregos corretamente aplicados. É importante que a chapa de compensado esteja seca antes da aplicação das telhas, evitando possível empenamento;
- sub-cobertura: é uma manta impermeabilizante de fibras de polietileno que é usada nesse tipo de telhado para assegurar uma proteção e vedação à base, e ao mesmo tempo não permitir a condensação de água na interface madeira-manta, através da migração da umidade;
- telhas tipo *Shingle*: são telhas à base de asfalto cobertas por grânulos em dimensões de 30,48 cm x 91,44 cm. Cada telha é composta por quatro camadas, sendo a primeira de asfalto, a segunda de fibra de vidro impregnada por uma manta asfáltica impermeável, a terceira de asfalto e a quarta aparente, composta por asfalto e grânulos. Os grânulos são de material cerâmico podendo ter diversas cores, o que permite a coloração da telha. Os grânulos são também responsáveis pela resistência à abrasão e ao fogo. Para evitar a proliferação de algas e fungos é necessário criar uma camada superficial de óxido de cobre;
- sistema de ventilação: sendo composto por uma abertura na cumeeira, painéis de vinil, canaletas de poliestireno localizadas sob o compensado, direcionando a circulação de ar dos painéis de vinil até a cumeeira. A ventilação é essencial neste tipo de cobertura, uma vez que não há passagem de ar através das telhas tipo *Shingle*. Geralmente a ventilação é dimensionada para obter 1 m² de abertura na cumeeira a cada 150 m² de área coberta;
- manta de fibra de vidro: é utilizada afim de melhorar o desempenho térmico do sistema;
- coleta de águas pluviais: o sistema de coleta de águas pluviais geralmente é análogo aos utilizados nos telhados convencionais, ou seja, composto por rufos, calhas e condutores verticais, se necessários.

Vê-se assim que tal tipo de cobertura em telhado constitui-se num verdadeiro “sistema”.

[®] As informações referentes ao sistema de cobertura tipo *Shingle* foram tiradas do catálogo do fornecedor e do trabalho feito para a disciplina PCC436 (FUSARO *et al.*, 1998).

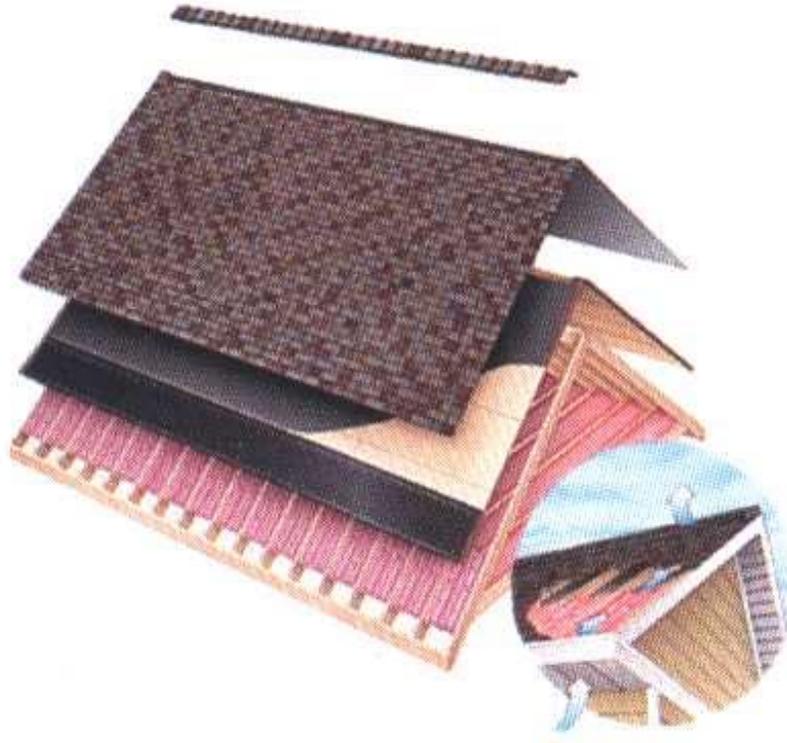


Figura 7: Esquema de cobertura da telha tipo *Shingle* (CATÁLOGO OWENS CORNIG).

2.1.2 ESTRUTURA: TRAMA E ESTRUTURA DE APOIO

A estrutura dos telhados tem como funções principais a sustentação e fixação das telhas e a transmissão dos esforços solicitantes para os elementos estruturais, garantindo assim a estabilidade do telhado. A estrutura dos telhados pode ser dividida em:

- estrutura de apoio;
- trama.

A trama é a estrutura que serve de sustentação e fixação das telhas. Para telhas com pequenas dimensões, tais como as telhas cerâmicas e de concreto, a trama geralmente é constituída por terças, caibros e ripas de madeira (figura 8).

Para telhas de dimensões maiores, tais como as telhas metálicas, plásticas e de fibrocimento, é possível eliminar os caibros e ripas.

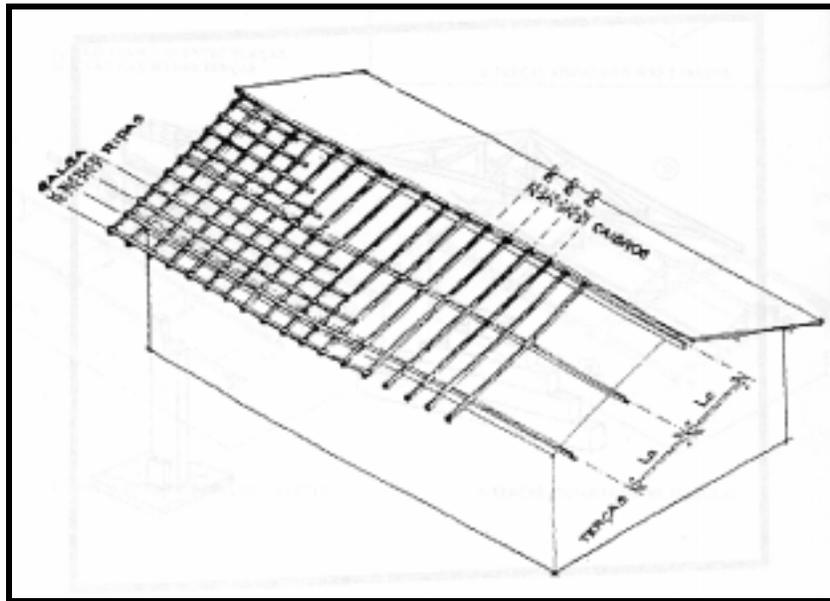
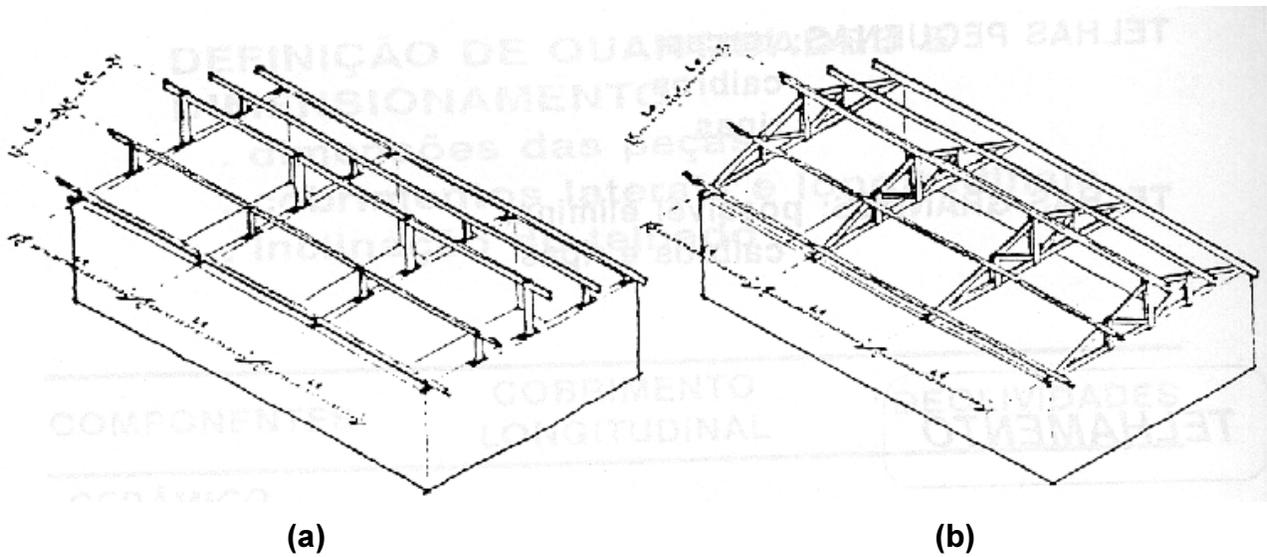
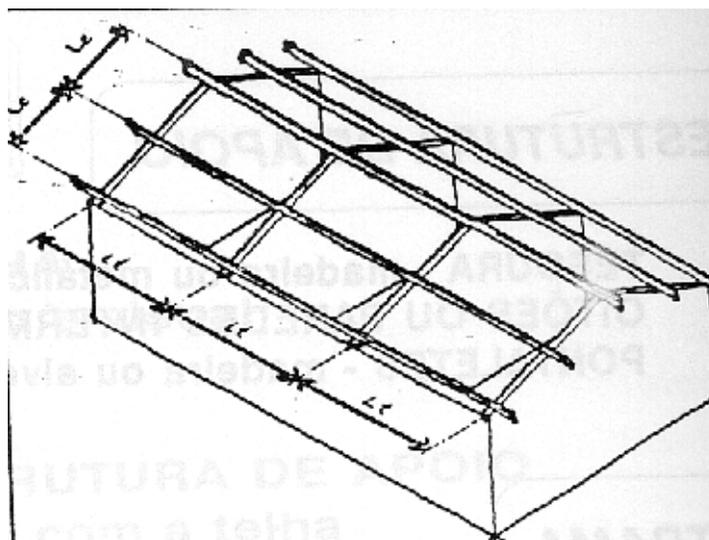


Figura 8: Terças, caibros e ripas.

As terças são peças horizontais colocadas na direção perpendicular à estrutura de apoio. Elas geralmente apoiam-se sobre:

- pontaletes;
- tesouras ou treliças;
- oitões ou paredes intermediárias (figura 9).





(c)

Figura 9: (a) terças apoiadas sobre pontaletes, (b) terças apoiadas sobre tesouras e (c) terças apoiadas sobre oitões.

Os caibros, por sua vez, são colocados na direção perpendicular à das terças e, portanto, paralelamente à estrutura de apoio. As ripas constituem a última parte da trama. São pregadas transversalmente aos caibros e, portanto, paralelamente às terças (vigas). As terças são peças horizontais colocadas em direção perpendicular às tesouras. O espaçamento entre duas ripas depende das dimensões das telhas utilizadas ou de sua galga (BORGES, 1979). As terças superior e inferior são chamadas, respectivamente, de cumeeira e frechal.

A distância entre dois caibros e entre duas terças depende do tipo de telha (peso) e das dimensões da sua seção e do tipo de madeira com que são fabricados (ou do aço e de sua seção, no caso de estruturas nesse material). A tabela 6 ilustra tais afastamentos, para o caso de estrutura de madeira em peroba.

TELHA			ESTRUTURA DE MADEIRA (PEROBA)		
TIPO	MASSA (kg)	GALGA (cm)	Ripas (5x2 cm) Distância entre ripas (cm)	Caibros (5x6 cm) Distância entre caibros (cm)	Terças (6x12 ou 6x16 cm) Distância entre tesouras ou apoios (cm)
Francesa	2,60	34,0	34,0	50 a 60 cm	**
Romana	2,60	36,0	36,0	idem	**
Colonial	2,25	40,0	40,0	idem	**
Plan	2,28	40,0	40,0	idem	**

** De acordo com BORGES (1979), utilizam-se terças de 6x12 se o vão entre tesouras não exceder a 2,50 m e de 6 x 16 para vãos entre 2,50 a 4,00 m.

Tabela 6: Dados referentes à distância entre caibros, terças e tesouras ou apoios (pontaletes), no caso de estruturas em peroba.

De acordo com MENEGUETTI (1994), os principais pontos a serem considerados no processo de definição da estrutura são:

- os detalhes arquitetônicos (tipo de telha e formas de fixação ou inclinação ou tipo de telhado: uma água, duas águas, *shed* ou arco);
- os sistemas térmicos e de ventilação (lanternins, exaustores e forros por exemplo);
- os sistemas mecânicos e equipamentos industriais ou cargas tecnológicas (ponte rolantes, passarelas de manutenção, dentre outros);
- os sistemas elétricos e de comunicação (dutos e antenas, por exemplo);
- os sistemas hidráulicos e de gases;
- as fundações;
- a fabricação e o transporte da estrutura e a montagem;
- os próprios sistemas estruturais (reticulados ou superfícies resistentes).

A seguir, são melhor caracterizadas as estruturas de cobertura em madeira e em aço.

2.1.2.1 ESTRUTURA DE MADEIRA

Os elementos das estruturas convencionais dos telhados, especialmente os telhados de habitações residenciais, são construídos de madeira. Todos os elementos utilizam geralmente a peroba como madeira padrão, por ser mais resistente ao apodrecimento e também por não ser tão dura quanto o ipê e a cabreúva, entre outras razões (BORGES, 1979).

A ligação da estrutura do telhado ao edifício pode ser feita através de:

- amarração com aço de construção dobrado e torcido;
- amarração com aço de construção dobrado e pregado;
- amarração com chapa metálica com uma haste parafusada ou pregada (figura 10).

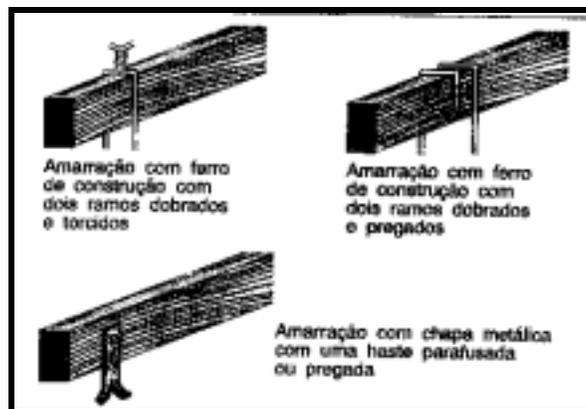


Figura 10: Tipos de amarração dos componentes de ancoragem (TÉCHNE, 1998).

Os componentes de ancoragem mais comuns são:

- chapa metálica em “rabo de andorinha” imersa em cinta de amarração;
- aço de construção imerso em pilaretes de concreto em “T” invertido, embutido na alvenaria;
- aço de construção imerso em cinta ou laje de concreto (figura 11).

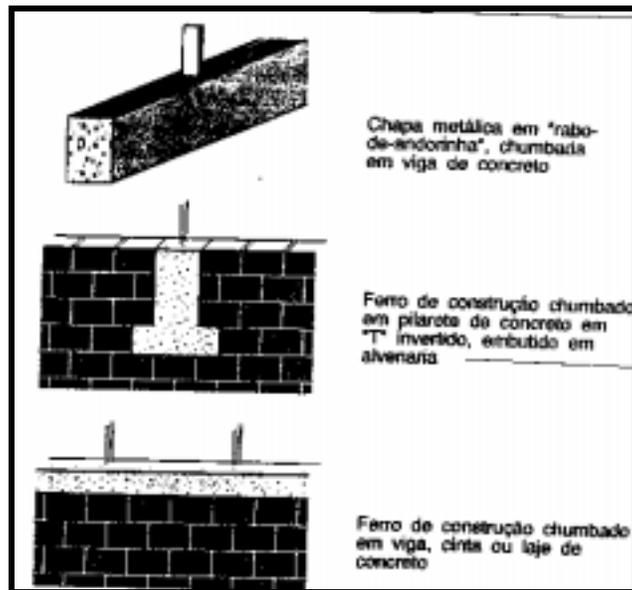


Figura 11: Tipos de fixação de componentes de ancoragem (TÉCHNE, 1998).

2.1.2.2 ESTRUTURA METÁLICA

As estruturas metálicas ou de concreto apresentam-se como alternativas às estruturas de madeira, principalmente devido à escassez e conseqüente aumento do preço da madeira e pressões da sociedade relativas à preservação do meio ambiente. Além disso, a utilização de peças pré-fabricadas potencialmente aumenta o grau de industrialização, otimizando a produtividade e qualidade na construção de telhados.

O uso de estrutura metálica é bastante comum em edifícios industriais e em galpões, seja sob a forma de treliças planas e vigas a elas perpendiculares (terças), usualmente feitas em aço, seja sob a forma espacial, constituída por elementos tubulares, em aço ou alumínio (figura 12).

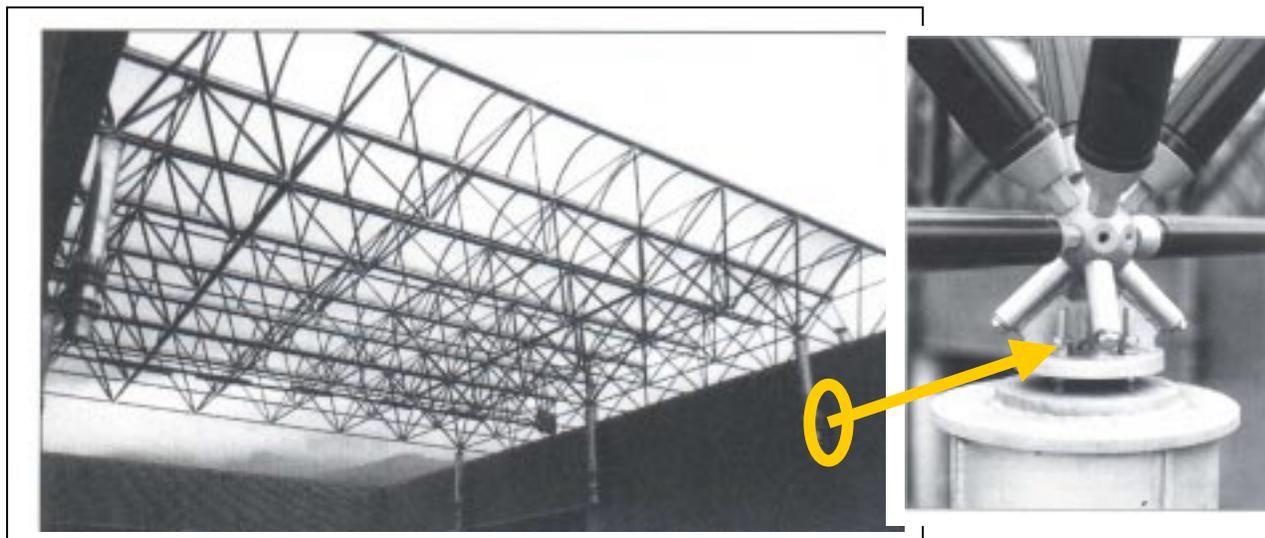


Figura 12: Estrutura metálica espacial.

Visando aumentar a racionalização e diminuir os custos das estruturas em aço para telhados, o grupo Gerdau lançou em 1996 um sistema de cobertura utilizando vigas de aço, denominado sistema *Multiviga*. Esse sistema foi projetado para atender o mercado de casas populares e pode ser adaptado para a construção de ginásios, escolas, *shoppings*, estacionamentos e prédios comerciais, além de fechamentos laterais (figura 13).

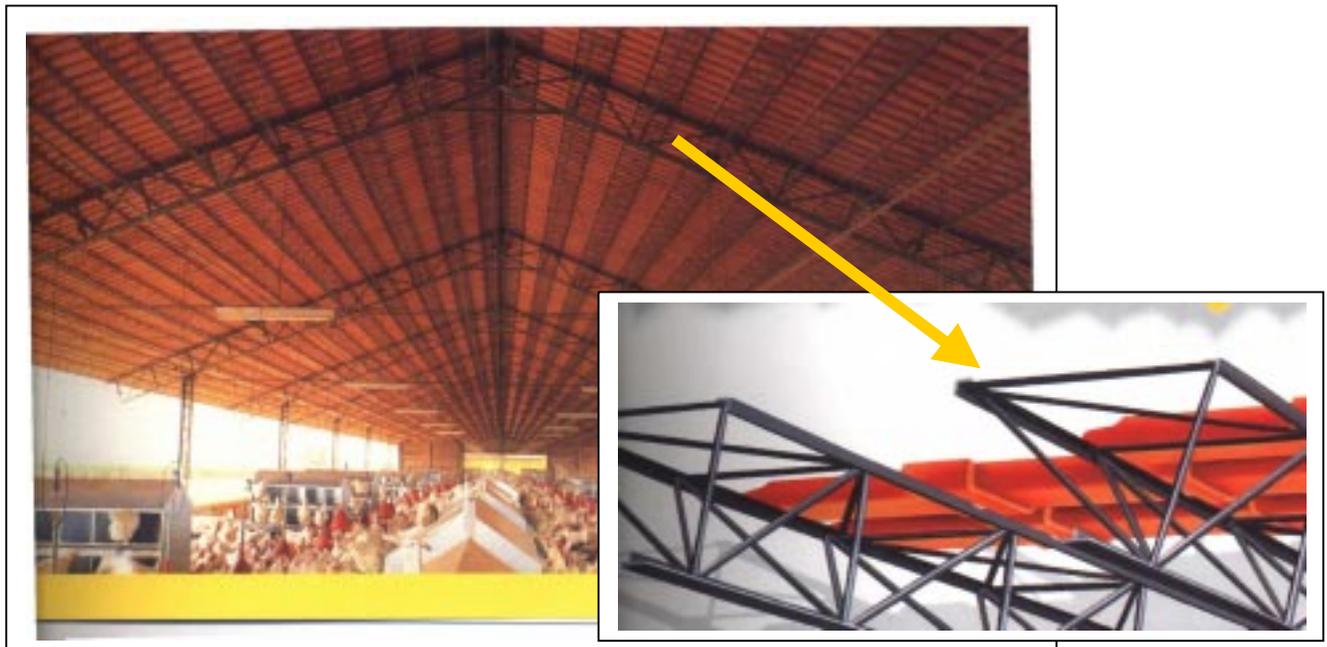


Figura 13- Galpão industrial em cobertura com sistema *Multiviga* (www.gerdau.com.br).

O sistema construtivo *Multiviga* está apto para utilizar qualquer tipo de telha, principalmente as de cerâmica, e pode ser utilizado em coberturas com inclinações de até 40%. A possibilidade de utilização de várias inclinações abre amplas opções arquitetônicas. Segundo o sítio *Internet* do fabricante (www.gerdau.com.br) devido à grande resistência dos elementos estruturais da *Multiviga*, o sistema vence vãos livres superiores aos sistemas convencionais, permitindo a construção de estruturas leves, o que implica numa considerável economia em fundações, colunas e demais elementos de sustentação das coberturas.

A *Multiviga* é constituída por módulos produzidos de forma seriada, sob medida para cada projeto. Ela é feita em aço de baixo teor de carbono, de acordo com a norma ASTM A36.

2.1.3 SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

A captação das águas pluviais constitui um projeto de drenagem à parte. Todavia, as superfícies devem ter declividades compatíveis com aspectos tais como a rugosidade das telhas ou o seu formato (calha) para garantir a correta drenagem e evitar sobrecargas de lâminas d'água.

Além disso, como regra, quanto maior o número de juntas, maior a declividade necessária. O comprimento da rampa é também função da intensidade de precipitação pluviométrica (MENEGUETI, 1994).

São consideradas funções das instalações de águas pluviais a captação, condução, detenção e destinação ao local adequado de armazenamento ou distribuição à rede pública.

De acordo com DEL CONTI (1993), as funções de captação e condução de águas pluviais de coberturas, pisos, marquises, rampas e outros devem ser realizadas o mais rapidamente possível a fim de que não haja água empoçada além do tempo de duração da chuva.

Ainda segundo esta autora, o acúmulo de água é altamente prejudicial à impermeabilização, quer seja pela pressão hidrostática, ou pelos fenômenos de secagem e molhagem, alta deposição de sujeira, ou pelo diferencial de temperatura entre áreas secas e molhadas, contribuindo para a redução da durabilidade da cobertura.

As coberturas podem ser drenadas por:

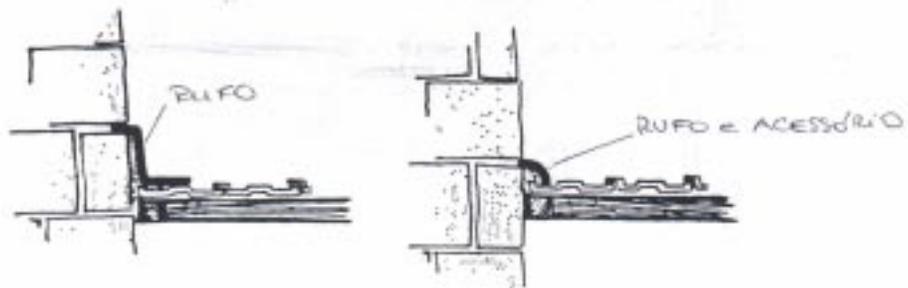
- saídas que se localizam externamente à cobertura (caixa de drenagem ligada diretamente a um condutor e condutores verticais);
- canais ou saídas internas à cobertura (calha de beiral, extravasor, rufos).

Geralmente, para a construção residencial, os principais componentes dos sistemas de captação de água pluviais são: rufos, calhas e condutores verticais.

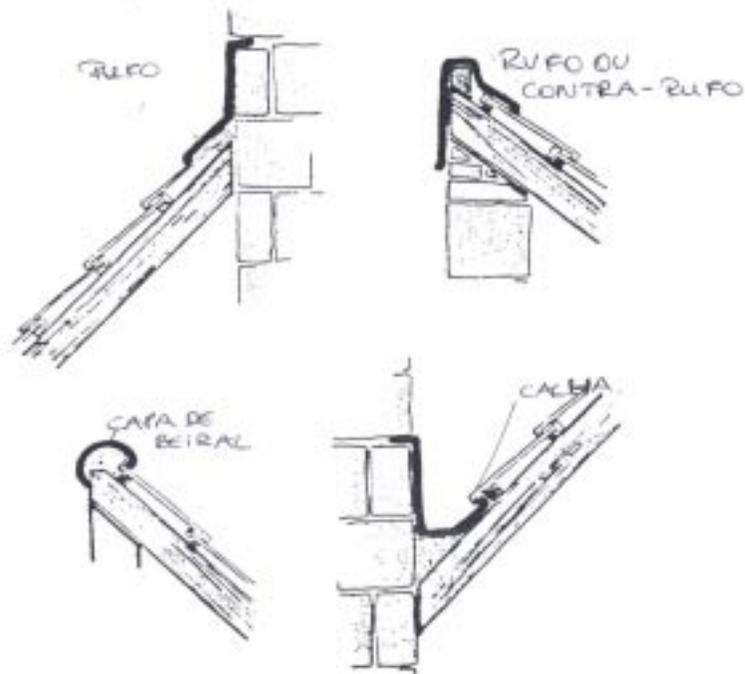
Os rufos podem ser metálicos ou de PVC, devem garantir a estanqueidade à água e serem executados nos encontros dos telhados com as paredes. A NBR 8039 (ABNT, 1983) recomenda alguns detalhes construtivos para os rufos.

As calhas conduzem a água até o seu destino, ou diretamente à caixa de drenagem, ou até os condutores verticais. Geralmente, no mercado se encontram calhas e condutores verticais metálicos (aço com tratamento ideal, para evitar corrosão) ou em PVC.

Nas figuras 14 e 15 são apresentados cortes de telhados, ilustrando detalhes dos sistemas captação de águas pluviais.

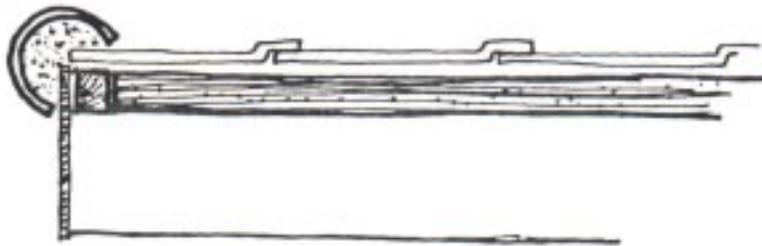
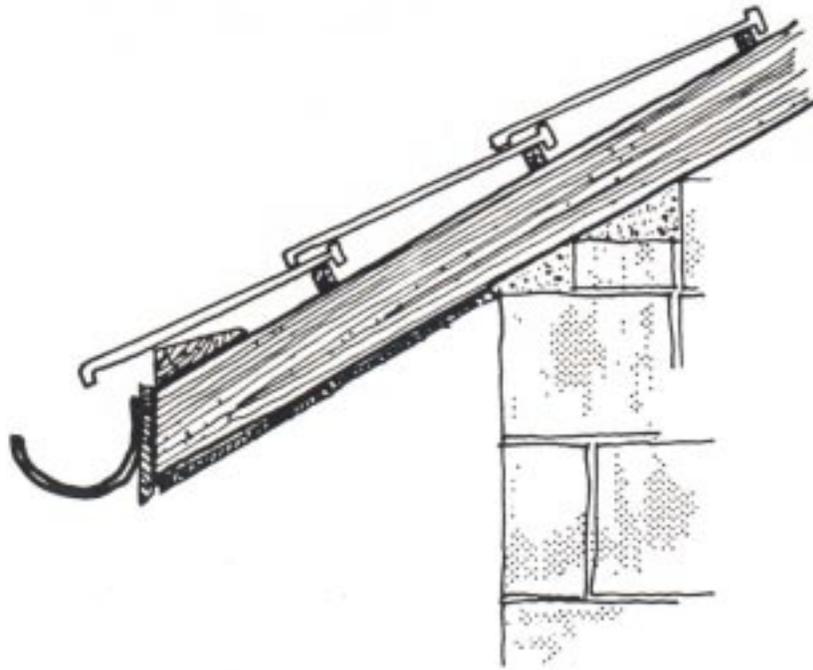


Encontro do telhado com paredes paralelas ao comprimento das telhas.



Encontro do telhado com paredes transversais ao comprimento das telhas.

Figura 14: Esquema de captação de águas pluviais (transparência de aula).



Proteção de beiral lateral.

Figura15: Esquema captação de águas pluviais (transparência de aula).

3 PRINCIPAIS ASPECTOS DO MÉTODO EXECUTIVO DE TELHAMENTOS EM TELHAS CERÂMICAS

3.1 COLOCAÇÃO DAS TELHAS

A colocação das telhas deve ser feita por fiadas, iniciando-se pelo beiral e prosseguindo-se em direção à cumeeira.

A seqüência de colocação das telhas de encaixe em cada fiada varia de acordo com o seu desenho. Assim sendo, em cada fiada as telhas podem ser colocadas da direita para a esquerda ou vice-versa. As telhas da fiada seguinte são colocadas de forma a encaixarem-se perfeitamente naquelas da fiada inferior.

A aplicação das telhas de capa e canal (tipo colonial, paulista e *plan*) deve ser iniciada pela colocação dos canais, posicionando-se com sua parte mais larga voltada para cima. As capas são posicionadas sobre os canais com a parte mais larga voltada para baixo. As capas e os canais devem apoiar-se nas fiadas inferiores, observando-se recobrimento longitudinal mínimo.

Cuidados devem ser tomados durante a colocação das telhas, de forma a evitar quebras e evita acidentes. Não se deve executar o telhado em dias de vento forte.

É recomendável que as telhas sejam posicionadas simultaneamente em todas as águas do telhado, para que o seu peso seja distribuído de forma uniforme sobre a estrutura de madeira.

3.2 BEIRAL

O primeiro apoio da primeira fiada de telhas deve ser constituído por duas ripas sobrepostas ou por testeiiras (tabeiras), de forma a compensar a espessura da telha e garantir o plano do telhado.

Em beirais desprotegidos, deve-se fixar as telhas à estrutura de madeira: as telhas de encaixe devem ser amarradas às ripas; as telhas de capa e canal devem ter as capas emboçadas e os canais fixados às ripas.

As telhas não necessitarão ser fixadas à estrutura de madeira, caso haja platibanda ou caso seja empregado forro do beiral.

No caso de beirais laterais, a proteção pode ser feita mediante o emboçamento de peças cerâmicas apropriadas (cumeeiras ou capas de telhas do tipo capa e canal).

3.3 CUMEEIRA

A cumeeira deve ser executada com peças cerâmicas específicas, que devem ser cuidadosamente encaixadas e emboçadas com argamassa, obedecendo-se um sentido de colocação contrário ao dos ventos dominantes, deve-se observar ainda um recobrimento longitudinal mínimo entre as peças subsequentes.

3.4 ESPIGÃO

O Espigão (encontro inclinado de duas águas) pode ser executado com peças de cumeeiras ou capas das telhas de capa e canal, como as do tipo colonial. No espigão, as peças são colocadas do beiral em direção à cumeeira, observando-se o recobrimento longitudinal mínimo. As peças devem ser emboçadas com argamassa.

3.5 RINCÃO OU ÁGUA FURTADA

O rincão é geralmente constituído por uma calha metálica (chapa de aço galvanizado) fixada na estrutura de madeira do telhado.

As telhas, ao atingirem o rincão, devem ser cortadas na direção do rincão de tal forma que recubram a calha metálica. A largura livre da calha deve ser de aproximadamente 100 mm, sendo que suas bordas devem ser viradas para cima para não permitir o vazamento da água que ali se acumula.

3.6 ARREMATES

Os encontros do telhado com paredes paralelas ou transversais ao comprimento das telhas devem ser executados empregando-se rufos metálicos ou componentes cerâmicos, de forma a garantir a estanqueidade do telhado.

3.7 ARGAMASSA DE EMBOÇAMENTO

A argamassa a ser empregada no emboçamento das telhas e das peças complementares (cumeeiras, espigão, arremates), deve ser de traço, em volume, 1:2:9 (cimento:cal:areia).

4 CONCLUSÕES

Concluindo esse texto, na tabela 7 é apresentado quadro comparativo entre três tipos de telhados executados com as telhas mais utilizadas no mercado, onde se procura discutir aspectos técnicos, de execução, de projeto e de pós-ocupação.

Tabela 7: Quadro comparativo entre telhados em telhas cerâmica, de fibrocimento e de aço : materiais, produtos e técnicas¹.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	CERÂMICA	FIBROCIMENTO	AÇO
Normalização : tipos de norma existentes	<p>Telha cerâmica: determinação da massa e absorção d'água; impermeabilidade.</p> <p>Telha francesa: carga de ruptura; especificação; padronização.</p> <p>Execução de telhado em telha francesa: procedimento</p> <p>Telha capa e canal: especificação; carga de ruptura</p> <p>Telha capa e canal paulista, <i>plan</i>, colonial: padronização.</p>	<p>Chapas estruturais de fibrocimento: especificações.</p> <p>Chapas estruturais de cimento-amianto: especificações.</p> <p>Emprego de chapas estruturais de cimento-amianto: procedimento.</p> <p>Telha de fibrocimento: impermeabilidade; resistência; absorção d'água</p> <p>Parafusos, ganchos,...:padronização</p>	<p>Não contam com normas técnicas brasileiras.</p> <p>Dispõem-se apenas de catálogos técnicos de produtos.</p>
Descrição sucinta do processo de fabricação	<p>São fabricadas por moldagem plástica (manual ou por extrusão) ou por prensagem em massa semi-seca, seguidas de queima.</p>	<p>Parte da mistura de amianto com cimento (1 : 5), com adição de água. Segue-se homogeneização e prensagem e moldagem da pasta em mesas com o gabarito do perfil desejado.</p>	<p>Matéria prima: chapa de aço moldada a frio e zincada em linha contínua .</p> <p>A telha é fabricada por estampagem ou calandragem ou, ainda, mais comumente, por perfilação (roloformagem).</p>
Tipologias	<p>Telhas de encaixe: francesa (prensagem); romana (prensagem); <i>Termoplan</i> (extrusão).</p> <p>Telhas capa e canal: colonial; paulista; <i>plan</i> (todas por prensagem).</p>	<p>Telhas onduladas.</p> <p>Telhas trapezoidais.</p>	<p>Telhas senoidais.</p> <p>Telhas trapezoidais.</p>

¹ Fonte : MENEGUETTI, Marcela P. M. Z. *Telhados com estrutura de aço: alguns aspectos projetivos*. Dissertação de mestrado. São Paulo, Escola Politécnica da USP, 1994. 254 p.

Comprimento x largura x espessura / altura da telha (médios diferentes tipos; cm)	Telhas de encaixe : 40 x 24 x 1,4 Telhas capa e canal : 46 x 18 / 14 x 1,4 / 7,0	Telhas ondulada : 91 a 244 x 92 a 110 x 0,5 a 0,8 / 5,0	Telhas senoidal : qualquer (≤ 12 m) x ~90 x 0,043 a 0,125 / 1,7 Telhas trapezoidal : qualquer (≤ 12 m) x ~100 x 0,043 a 0,125 / 2,5 a 4,0
Galga (média diferentes tipos; cm)	Telhas de encaixe : 36 Telhas capa e canal : 40	Apoios em função da espessura (para telhas onduladas, entre 50 e 100 cm)	
Resistência à flexão da telha (N)	700N	1.000N (telhas onduladas)	Variável.
Lotes para inspeção	Telhas de encaixe : 1 lote / 40.000 telhas; 50 telhas / lote Telhas capa e canal : 1 lote / 60.000 telhas; 50 telhas (25 + 25) / lote	Telhas onduladas : 1 lote / 1.000 telhas; 50 telhas / lote	Não há norma. Guiada por critérios visuais e pessoais. O controle dos materiais (propriedades mecânicas, galvanização, pintura) é feito pelos fabricantes.
CrITÉRIOS de aceitação	Limite de telhas quebradas (3 %). Ausência de fissuras. Ausência de esfoliações (capa e canal). Ausência de som metálico. Respeito às formas dos encaixes.	Características geométricas (espessura média, comprimento, largura e esquadro). Ausência de trincas, quebras e rebarbas.	Características geométricas (espessura média, comprimento, largura, passo, altura, esquadro e empenamento). Ausência de amassamentos. Ausência de defeitos na superfície do revestimento.
ASPECTO PROJETO	CERÂMICA	FIBROCIMENTO	AÇO
Ângulos de inclinação / declividades dos telhados	Francesa : 20° ou 38 % ; Romana e <i>Termoplan</i> : 21° ou 40 % ; Colonial e paulista : 12° ou 22 % ; <i>Plan</i> : 14° ou 25 %.	Telha ondulada : depende do recobrimento entre telhas : <ul style="list-style-type: none">até 5° ou 18 % - 25 cm de recob. Longitudinal ;até 15° ou 27 % - 20 cm ;acima de 15° ou 27 % - 14 cm.	Depende do recobrimento entre telhas : <ul style="list-style-type: none">até 3° ou 5 % - 30 cm de recob. Longitudinal ;até 6° ou 10 % - 20 cm ;acima de 6° ou 10 % - 15 cm.

Recobrimento longitudinal	Telhas de encaixe : fixo Telhas capa e canal : 60 mm	Função da declividade (ver acima)	Função da declividade (ver acima)
Recobrimento transversal ou lateral	Telhas de encaixe : fixo Telhas capa e canal : fixo	Telha ondulada : depende da declividade : <ul style="list-style-type: none"> até 5° ou 18 % - 1 ¼ de onda ou ¼ de onda com cordão de vedação ; acima de 5° ou 18 % - ¼ de onda. 	Telha ondulada : <ul style="list-style-type: none"> depende do fabricante (1/2 onda a partir de 5 % ou 20 %). Telha trapezoidal : <ul style="list-style-type: none"> idem, 5 % ou 25 %.
Peso próprio do telhamento seco / úmido (N/m2)	Francesa : 450 /540 ; Romana : 480 / 580 ; Colonial : 650 / 780 ; Paulista : 690 / 830 ; <i>Plan</i> : 720 a 860.	150 a 240 / idem	42 (#0,43 mm) a 121 (# 1,25 mm) / idem
Aspectos relativos à fixação (elementos de fixação; quantidade e distribuição furos; estanqueidade furos; corrosão eletroquímica; corrosão galvânica, etc.)	Conforme vento ou declividade, as telhas devem ser amarradas. Recomendações quanto ao número e posição das amarrações.	Garantir estanqueidade dos furos fazendo uso de massa de vedação ou de arruelas de PVC. Ganchos para fixação em estruturas metálicas.	Uso de ganchos ou de parafusos auto-atarrachantes. Empregar arruela de <i>neoprene</i> e arruela metálica dobrada conforme o perfil da telha e calço par apoio do parafuso. Recomendações quanto ao número e posição das fixações. Possibilidade de aparecimento de corrosão eletroquímica. Solução: galvanização e pintura e uso de parafusos de aço inoxidável. Possibilidade de aparecimento de corrosão galvânica : evitar apoiar telha galvanizada em terças de aço (cátodo).

Acessórios e componentes complementares (incluindo para execução interferências instalações, iluminação zenital, ventilação, etc.)	<p>Possui apenas elementos especiais para cumeeiras, rincões e espigões.</p> <p>Empregar argamassa 1:2:9 ou 1:3:12.</p> <p>Disponibilidade de telhas de vidro.</p>	<p>Possui diversos elementos especiais em fibrocimento para cumeeiras, rincões, espigões e ventilação e iluminação, rufos, etc.</p>	<p>Possui diversos elementos especiais em chapa de aço para cumeeiras, rincões, espigões e ventilação e iluminação, rufos, etc.</p> <p>Possui peças flexíveis de borracha colada com silicone para as aberturas para a passagem de dutos executadas nos canteiros.</p>
ASPECTO EXECUÇÃO	CERÂMICA	FIBROCIMENTO	AÇO
Seqüência de execução telhamento	<p>Inicia-se pelo beiral, prosseguindo-se até a cumeeira.</p> <p>Nas capa e canal, os canais devem ser colocados com a parte mais larga voltada para a cumeeira.</p> <p>Na montagem, prever execução de passarelas (evitar pisar sobre telhas).</p>	<p>Montagem no sentido contrário a direção dos ventos.</p>	<p>Inicia-se pelo beiral, prosseguindo-se até a cumeeira.</p> <p>Montagem no sentido contrário a direção dos ventos.</p> <p>Na montagem, prever execução de passarelas (evitar pisar sobre as telhas).</p>
Execução beirais	<p>Recomenda-se pingadeira com comprimento maior que 6 cm ; em beirais desprotegidos, amarrar as telhas de encaixe e emboçar as capa e canal.</p>	<p>Recomenda-se beiral com balanço entre 25 e 40 cm (sem calha) e 10 a 25 cm (com calha).</p> <p>Beirais laterais com balanço máximo de 10 cm.</p>	<p>Recomenda-se beiral com balanço máximo de 10 a 15 cm.</p> <p>Dispõe-se de barras em <i>polietileno</i> com o formato das telhas para o fechamento dos perfis nos beirais.</p> <p>As telhas podem ser dobradas, desde que com ferramentas especiais.</p>
Execução rufos	<p>Emprego de componentes cerâmicos ou metálicos.</p> <p>Não emboçar com argamassa encontros com paredes (dilatação).</p>		<p>Prever detalhes para possibilitar movimentações decorrentes de dilatações.</p>

Manuseio e estocagem das telhas em obra	Manuseadas individualmente, com cuidados para evitar quebras. Armazenadas na posição vertical.	Podem ser empilhadas até 100 telhas, ou, na vertical (5°), até 300 telhas. Evitar submetê-las a esforços de flexão. Cuidados com os cortes (amianto).	Embaladas em fábrica com lona plástica. Armazenar em local seco e ventilado. Estocar por no máximo 60 dias. Estocar empilhadas, com leve inclinação. Manusear as telhas com luvas . Evitar esforços de flexão.
ASPECTO PÓS-OCUPAÇÃO	CERÂMICA	FIBROCIMENTO	AÇO
Desempenho térmico e durabilidade	Bom desempenho (frestas; inércia térmica). Boa durabilidade.	Desempenho térmico ruim. Durabilidade boa ; problemas fissuras.	Durabilidade depende da agressividade do meio. Desempenho térmico ruim, melhorado com o uso de isolantes (<i>sanduíche</i>). Idem, isolamento acústico.
Manutenção	Programa de inspeção e limpeza das telhas (algas, líquenes, musgos).		

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSTRUTORES DE ESTRUTURAS METÁLICAS. *Telhas zincadas de aço para coberturas e fechamentos laterais*. Construção Metálica, nº 06, p. 25-27, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto e execução de telhados com telhas cerâmicas tipo francesa – procedimento – NBR 8039*. Rio de Janeiro, 1983.

BORGES, A. C. *Prática das pequenas construções*. 7ª edição revisada e ampliada. São Paulo, Edgard Blucher. pp. 100-120 (capítulo 11).

DEL CONTI, C. *Estudos sobre o dimensionamento de sistemas prediais de drenagem de águas pluviais de coberturas e pequenas áreas pavimentadas*. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

GUIA TÉGULA (Manual Técnico do fornecedor, 1999).

MANUAL HIRONVILLE (Manual Técnico do fornecedor, 1999).

MELHADO, S. B. *Impermeabilização*. Apostila utilizada na disciplina de PCC 436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II. Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1991.

MENEGUETTI, M. P. M. Z. *Telhados com estrutura de aço: alguns aspectos projetivos*. Dissertação (mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

PERKROM (Manual Técnico do fornecedor).

PICCHI, F. A. *Impermeabilização de coberturas de concreto – materiais, sistemas, normalização*. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

REVISTA TÉCHNE. *Como construir telhados*. Ficha Técnica 9. São Paulo, 1998.

SOUZA, Roberto *et al.* *Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras*. São Paulo, PINI, 1996.

YAZIGI, W. *A técnica de Edificar*. São Paulo, Editora Pini – SindusCon-SP, 1998.

Sítio Internet :

- www.gerdau.com.br