MANUAL TÉCNICO

Telhas de Aço

ABCEM
Associação Brasileira da Construção Metálica

MANUAL TÉCNICO

Telhas de Aço

SUMÁRIO

Apresentações 05

1- Matéria-prima 09

2- Processo de fabricação de telhas 13

3- Tipos de perfis 18

4- Sistemas de cobertura e fechamento lateral 26

5- Arremates 32

6- Transporte, recebimento, manuseio e montagem 33

Edição 1 • setembro 2009 • Tiragem 15.000

A ABCEM - Associação Brasileira da Construção Metálica, fundada em 1974, é uma entidade que congrega empresas brasileiras produtoras de materiais com aço, líder na promoção e no desenvolvimento da Construção Metálica, reúne os maiores fabricantes de estruturas metálicas, telhas de aço, usinas siderúrgicas, distribuidores, galvanizadores, fabricantes de tubos, empresas de montagem, escritórios de arquitetura e engenharia, prestadores de serviços de pintura, fabricantes de parafusos e acessórios para fixação, e também, integração com outras associações, institutos, entidades de classes regionais, setoriais, nacionais, internacionais e pessoas físicas que se dedicam ao setor, sempre trabalhando a imagem da Construção Metálica no País.

Tem como meta realizar programas setoriais de qualidade para coberturas e estruturas metálicas, normalização, educação, estudos e pesquisas sobre a produção, o mercado e suprimentos do setor. Atua como representante junto a Órgãos Estaduais e Governamentais, concessionárias de serviços públicos, bem como a defesa dos interesses de seus sócios, tais como, competitividade, redução de impostos e isonomia na aplicação de normas.

ABCEM REALIZA:

- **"Prêmio ABCEM"** que reconhece as melhores obras em aço.
- **CONSTRUMETAL** – maior evento da construção metálica do Brasil e da América Latina.
- Revista **CONSTRUÇÃO METÁLICA**

A ABCEM, iniciou o projeto, financiado pela FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e da Tecnologia, com o objetivo de promover a Conformidade junto aos Fabricantes de Telhas de Aço, na qualidade de proponente do Convênio FINEP – 01-05-0046-00 sob o projeto intitulado Avaliação da Conformidade de Telhas de Aço Zincado visando a Certificação conforme SBAC - Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade. Este projeto visa preparar fabricantes de telhas para certificação, o que contribuirá para o aumento do nível de qualidade e competitividade do setor.

O objetivo do Manual é atualizar os profissionais da área sobre os materiais, acabamentos, projeto, aplicação e outros assuntos pertinentes à utilização das Telhas de Aço em edificações de uso geral.

Além desta ferramenta de consulta permanente, a ABCEM está sempre à disposição de todos para possibilitar troca de experiências e conhecimento no que se refere à utilização de Telhas de Aço.

ABCEM
Associação Brasileira da Construção Metálica

Fundada em 1940, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o órgão responsável pela normalização técnica no País, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro. É uma entidade privada, sem fins lucrativos, reconhecida como Foro Nacional de Normalização – ÚNICO – por meio da resolução nº 07 do Conmetro, de 24.08.1992.

Membro fundador da ISO (International Organization for Standardization), da COPANT (Comissão Panamericana de Normas Técnicas) e da AMN (Associação Mercosul de Normalização) e membro da IEC (International Eletrotechnical Comision); a ABNT atua desde 1950 na área de certificação, ganhando o respeito e a confiança de grandes e pequenas organizações, nacionais e estrangeiras, que recebem os seus diversos tipos de certificados.

PRODUTOS E SERVIÇOS– Em decorrência deste "Know how" acumulado nas últimas décadas, a ABNT Certificadora está capacitada a atender abrangentemente tanto as exigências governamentais quanto as iniciativas voluntárias dos mercados produtor e consumidor, em busca da identificação e seleção de organizações com padrão de qualidade de produtos e serviços.

MARCA DA ABNT PARA CERTIFICAÇÃO DE PRODUTO

É uma marca que atesta a conformidade de um produto a determinadas Normas Brasileiras ou a normas aceitas pela ABNT.

Materializa-se através da aposição de etiqueta, selo ou outro meio equivalente.

O QUE É NECESSÁRIO PARA CERTIFICAR UM PRODUTO OU SERVIÇO?

Para conseguir este tipo de certificação, a organização precisa dispor de instalações, pessoal, procedimentos e equipamentos que apresentem condições para obtenção de produtos ou serviços conformes de maneira contínua, devendo também demonstrar que toma as medidas necessárias para controlar a efetividade e suas atividades.

PRINCIPAIS BENEFÍCIOS DA CERTIFICAÇÃO

- Assegurar eficiência e eficácia do produto, serviço ou sistema;
- Assegurar que o produto, serviço ou sistema atende as normas;
- Introduzir novos produtos e marcas no mercado;
- Fazer frente a concorrência desleal;
- Reduzir perdas no processo produtivo e melhorar a sua gestão;
- Melhorar a imagem da organização e de seus produtos ou atividades junto aos clientes;
- Diminuir controles e avaliações por parte dos clientes.

O IBS – desde agosto de 2009 sob nova identidade, Instituto Aço Brasil - fundado em 31 de maio de 1963, é a entidade associativa das empresas brasileiras produtoras de aço. Tem como objetivo realizar estudos e pesquisas sobre produção, mercado, comércio exterior, suprimentos, questões ambientais e relações no trabalho.

Atua como representante do setor junto a órgãos e entidades públicas e privadas, no País e no exterior. Realiza, ainda, atividades relacionadas à imagem do setor, ao desenvolvimento do uso do aço e mantém intercâmbio com entidades afins.

O CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço, tendo o Instituto Aço Brasil, ex-IBS, como gestor, foi criado em 2002 com a missão de promover e ampliar a participação da construção em aço no mercado nacional, realizando ações para sua divulgação e apoiando o desenvolvimento tecnológico.

A construção civil tem importância estratégica por seu extraordinário efeito multiplicador sobre outros setores da economia e é hoje o mais importante setor consumidor de aço no mundo.

Especificamente em relação à construção em aço, graças aoscontinuados avanços tecnológicos da siderurgia, por toda a parte expande-se o consumo de material em estruturas, coberturas e fechamentos. As telhas de aço zincado representam excelente solução, capaz de atender a todas as exigências funcionais e estéticas da arquitetura moderna, nas mais variadas edificações, inclusive residenciais.

O setor siderúrgico incentiva o cumprimento do Código de Defesa do Consumidor e a criação de condições para a isonomia competitiva no setor de telhas de aço.

Dessa forma, realiza ações direcionadas a promover a normalização e a certificação das telhas de aço. Destacamos, como exemplos, o apoio à elaboração e revisões das normas técnicas ABNT NBR 14513 e ABNT NBR 14514 e o combate à não-conformidade intencional.

Nesse contexto, o Instituto Aço Brasil e o CBCA não poderiam deixar de apoiar o Projeto FINEP/CONFTELHA. A expectativa é de que os fabricantes de telhas de aço se mobilizem para ofertar ao mercado produtos certificados em conformidade com as normas técnicas.

O CBCA e o Instituto Aço Brasil estão seguros de que este Manual Técnico enquadra-se no objetivo de contribuir para a difusão das boas práticas da qualidade e da certificação no setor de Telhas de Aço.

CBCA
Centro Brasileiro da Construção em Aço
Gestor: INSTITUTO AÇO BRASIL

O Instituto Nacional de Tecnologia, órgão da Administração Direta Federal, foi criado em 1921 pelo Decreto nº 15.209 do então Presidente da República Epitácio Pessoa, com o nome de Estação Experimental de Combustíveis e Minérios. Assumiu sua denominação atual a partir de 1934. Ao longo de sua existência foi subordinado a ministérios orientados para atividades de desenvolvimento tecnológico e, em 1986, foi incorporado ao então recém criado Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, onde permanece até os dias atuais.

Com sede na cidade do Rio de Janeiro, pela natureza de suas atividades e atribuições tem atuação em abrangência nacional.

Podem ser destacados alguns marcos históricos na trajetória do Instituto, desde a sua fundação:

Décadas de 1920 a 1970

- Utilização de álcool como combustível para veículos automotivos;
- Desenvolvimento do processo de fabricação de ferro-manganês e utilização do carvão nacional na siderurgia;
- Confirmação da existência de petróleo em Lobato/BA;
- Pioneirismo em regulamentação metrológica nacional;
- Óleos Vegetais como Combustível;
- Contribuição para a criação da ABNT;
- Desenvolvimento de método de ensaio em concreto;
- Primeiro centro de informação tecnológica do País;

Década de 70 à virada do século

- Proálcool – coordenação nacional da tecnologia de degradação e desgaste de materiais na produção e utilização do álcool;
- Levantamento antropométrico da população brasileira;
- Criação da Incubadora do INT de empresas de base tecnológica;
- Criação de Organismos de Certificação de Produtos – OCP;
- Com o perfil multidisciplinar, o INT trabalha integrado com o setor empresarial, promovendo o desenvolvimento de pesquisas na área de Química, Tecnologia dos Materiais, Engenharia Industrial, Energia e meio Ambiente;
- A infra-estrutura do INT conta com 26 laboratórios, sendo oito deles acreditados pelo Inmetro;
- Instituição de abrangência nacional, o INT tem como missão desenvolver e transferir tecnologias e executar serviços técnicos para o desenvolvimento sustentável do País em consonância com as políticas e estratégias nacionais de CT&I;
- Dentro deste contexto, o Laboratório de Corrosão e Proteção, o LACOR, desenvolve atividades de pesquisa e de prestação de serviços tecnológicos relacionados à prevenção, combate e controle da corrosão e da degradação de materiais e produtos metálicos e não metálicos. Atende, também, a demandas de organizações públicas e privadas, com ênfase para os setores de óleo e gás, metal-mecânico, químico e petroquímico, naval, médico-hospitalar, construção civil e telecomunicações. Em função de sua vasta experiência na realização de ensaios acreditados, o INT procurou contribuir no projeto FINEP/CONFTELHA, que teve como objetivo a Avaliação da conformidade de telhas de aço zincado visando a certificação conforme o SBAC. No presente projeto, o INT, na figura do LACOR, atuou na realização de ensaios cujo objetivo era verificar a massa de zinco, por centímetro quadrado, presente em telhas comerciais. Os resultados obtidos fizeram parte da avaliação de conformidade das telhas.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

CAPÍTULO 1
MATÉRIA-PRIMA

Nas últimas décadas, as telhas fabricadas a partir de bobinas de aço zincado e revestidas de material sintético, revolucionaram, de maneira fundamental, a construção civil no Brasil, representando para os profissionais de arquitetura e engenharia, excelente solução para coberturas e fechamentos laterais das mais variadas edificações.
A crescente necessidade de edificações com grandes áreas ocasionou a mudança do método de construções maciças para construções leves, com estruturas apresentando grandes vãos entre apoios. Nota-se que a tendência marcante do uso do aço em coberturas, atualmente consideradas como a quinta fachada de uma edificação, é a diminuição do peso específico e da inclinação do telhado, podendo-se concluir que o uso de telhas de aço nas edificações representa uma solução adequada, moderna e eficaz.

MATÉRIA-PRIMA: AÇO REVESTIDO

A Siderurgia Brasileira está hoje entre as maiores e mais modernas do mundo, sendo capaz de atender às mais rigorosas especificações de aços, dos mais variados setores consumidores, tanto no mercado interno como no externo.
Na sua ampliação e modernização, foi dada especial atenção à instalação de linhas de zincagem, pelo processo contínuo por imersão a quente, mais eficiente e econômico.
São várias as possibilidades de revestimento para o aço base utilizado nas telhas, o qual deverá ser especificado em função de requisitos como durabilidade, estética desejada e do ambiente onde as telhas estão inseridas, por exemplo, se numa área costeira, área industrial com alta emissão de partículas agressivas, ou numa área urbana ou rural.
Os principais tipos de aço usados em telhas são os seguintes:
• **Zincados por imersão a quente –** apresentam grande resistência à corrosão atmosférica e podem atender a obras mais econômicas. Podem apresentar revestimento com zinco puro ou com liga zinco-ferro.
• **Aluzinc ou Galvalume –** devido à sua composição química (alumínio, zinco e silício), esse revestimento do aço confere ao produto excelente proteção à corrosão atmosférica, alta refletividade, melhor conforto térmico, ótima aparência e manutenção do brilho. Em relação ao aço zincado, apresenta uma resistência à corrosão, pelo menos duas vezes superior.
• **Pré-pintados –** as bobinas de aço zincado são pintadas antes de serem conformadas em telhas. As bobinas recebem um "primer" epóxi, seguida de pintura de acabamento (sistema Coil Coating). Revestimentos específicos para ambientes mais agressivos podem ser oferecidos, e também a aplicação de película removível de proteção ao manuseio. Os pré-pintados, têm ampla gama de cores, oferecem grande durabilidade, facilidade de manutenção e vantagens estéticas. A pré-pintura oferece maior durabilidade em relação à pós-pintura.
• **Aços inoxidáveis –** apresentam grande durabilidade, facilidade de manutenção e resistência a ambientes altamente agressivos. O aço inoxidável oferece grande qualidade estética e tem sido crescentemente empregado em projetos de qualidade arquitetônica ou em locais onde a agressividade do meio é grande.

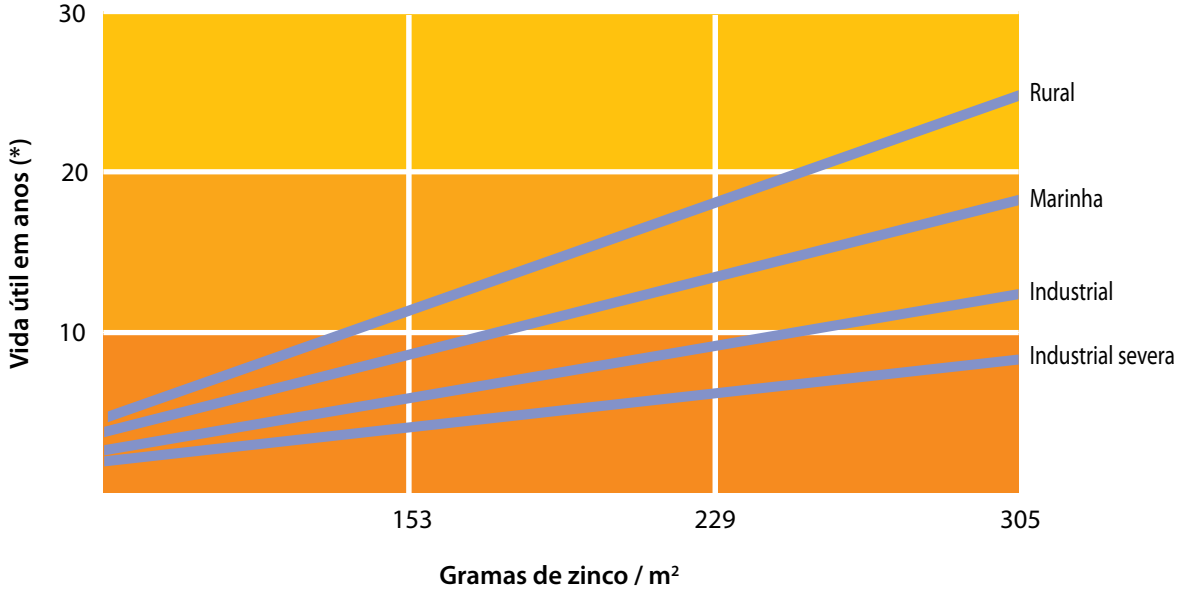
As coberturas de aço oferecem grandes vantagens em termos de instalação, tanto na construção nova como na renovação, principalmente em função de seu baixo peso. Em razão da sua durabilidade, facilidade de manutenção e reciclabilidade, as coberturas em aço respondem às exigências da Construção Sustentável.
Além da função de proteção e estanqueidade, a cobertura hoje em dia é associada aos sistemas completos de geração de energia através de painéis solares ou fotovoltaicos. Estudos recentes da Universidade Federal de Santa Catarina mostram a viabilidade da implantação de coberturas com painéis fotovoltaicos integrados à rede pública de energia.
Esse tipo de solução vem sendo amplamente utilizado na Europa, principalmente na França e Alemanha, onde edificações com grandes áreas de coberturas utilizam telhas de aço com painéis fotovoltaicos integrados e revendem a energia excedente para as concessionárias. Estádios e edifícios que têm baixo consumo energético, podem se beneficiar muito da venda da energia excedente gerada na cobertura.
Na medida em que o aço revestido se apresenta como um material de grande durabilidade, de alta resistência mecânica e com grande versatilidade, proporcionando a fabricação de produtos leves e de fácil manuseio, os fabricantes de coberturas e fechamentos laterais elegeram-no como sua matéria-prima básica para a produção de telhas e seus componentes.

O QUE É CORROSÃO DO AÇO ?

Corrosão pode ser definida, de modo abrangente, como sendo o conjunto de reações químicas e eletroquímicas que ocorrem, entre um material (metálico, cerâmico ou polimérico) e seu ambiente, causando a deterioração do material e de suas propriedades. Em particular, quando o ambiente é a própria atmosfera, a denominação utilizada é a de corrosão atmosférica; o produto da corrosão atmosférica dos aços carbono é conhecido como ferrugem.

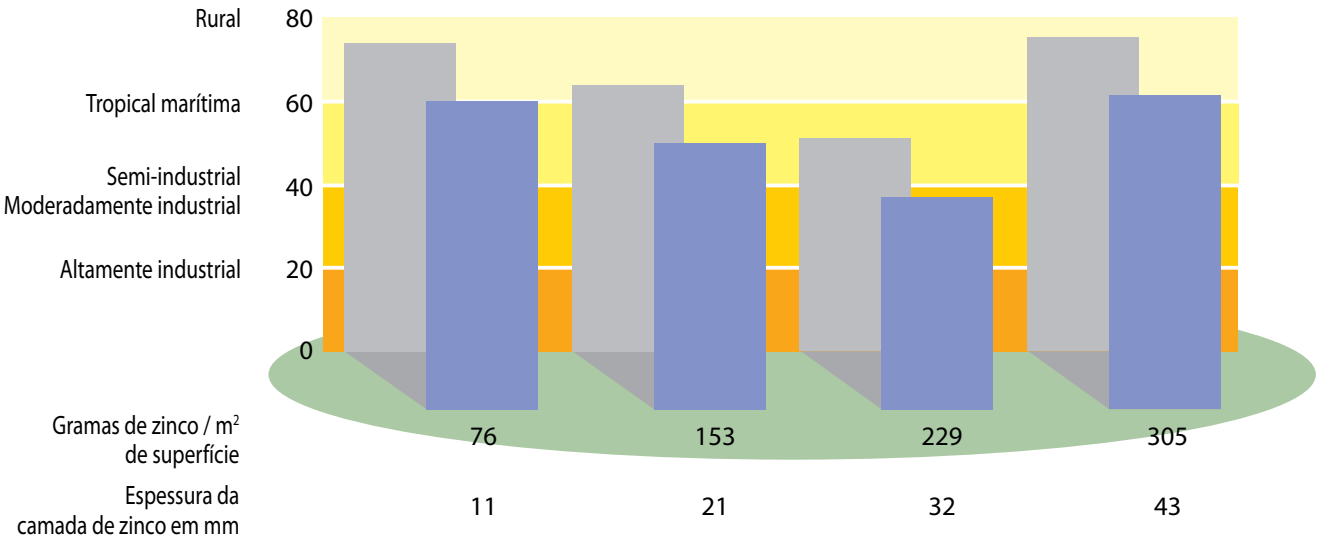
Os principais constituintes da atmosfera são o nitrogênio, o oxigênio e os gases raros, além do vapor de água. Outros constituintes podem estar presentes, função da atividade humana (como o dióxido de enxofre) ou de fenômenos naturais (como a deposição de cloretos na orla marinha). Eles são chamados, em conjunto, de "poluentes atmosféricos". As atmosferas costumam ser qualificadas em quatro categorias: rural, urbana, industrial e marinha. Combinações destas também são corriqueiramente empregadas, como, por exemplo, a denominação "atmosfera marinha-industrial".

ESTIMATIVA DE VIDA ÚTIL DE AÇOS ZINCADOS EM DIFERENTES ATMOSFERAS



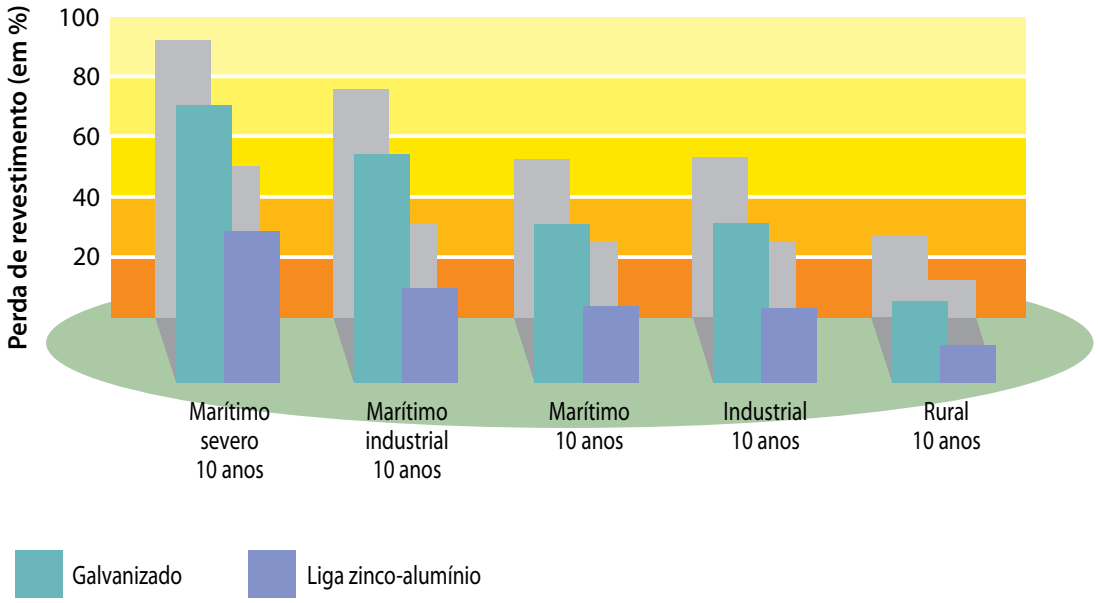
(*) Máximo de 5% de corrosão vermelha na superfície da chapa

VIDA ÚTIL EM ANOS (*)



* Vida útil é o tempo decorrido até que haja 5% de oxidação do ferro na superfície da chapa

PERDA DE REVESTIMENTO



Obs.: Os gráficos inseridos neste manual são apenas ilustrativos, baseados em literatura consagrada. Podem ocorrer variações nos dados apresentados dependendo do tipo de produto, suas especificações e condições de uso ou aplicação.

O QUE É ZINCAGEM ?

A zincagem é um dos processos mais eficientes e econômicos empregados para proteger o aço da corrosão atmosférica. O efeito da proteção ocorre por meio da barreira mecânica exercida pelo revestimento e também pelo efeito de sacrifício (perda da massa) do Zinco, em relação ao aço base (proteção galvânica ou catódica). Dessa forma, o aço continua protegido, mesmo com o corte das chapas ou riscos no revestimento de Zinco.

O revestimento de Zinco atua como uma barreira isolante, protegendo o aço do ambiente corrosivo (o Zinco é cerca de 25 vezes mais resistente à corrosão do que o aço carbono). Mas, não é esta a proteção mais importante dada pelo Zinco ao aço: ele também o protege quando exposto ao meio corrosivo por eventuais arranhões, nas bordas cortadas e em outras descontinuidades de sua superfície. Quando o aço natural e um revestimento de Zinco adjacente repartem uma gota ou lâmina d'água, uma pequena corrente elétrica é gerada, e o Zinco, sendo eletroquimicamente mais ativo que o ferro, passa a ser corroído, protegendo, pelo seu sacrifício, o aço exposto – esta é a chamada proteção catódica. Essa dupla ação do revestimento de Zinco (barreira isolante mais proteção catódica) é que torna o aço zincado o material mais indicado para todas as aplicações nas quais se deseja a resistência e a rigidez do aço devidamente protegidos contra a corrosão.

Este processo garante ao aço uma grande durabilidade contra a corrosão, mesmo nas condições mais severas, como atmosfera marinha, permitindo que se trabalhe com espessuras de aços bem mais finas.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E/OU MECÂNICAS

• As telhas com espessura nominal igual ou superior a 0,40 mm devem apresentar um teor mínimo de carbono de 0,02% ou limite de escoamento não inferior a 230 MPa.
• As telhas com espessura nominal inferior a 0,40 mm devem apresentar limite de escoamento não inferior a 550 MPa.

REVESTIMENTO

• A massa do revestimento metálico da telha zincada com cristais normais ou minimizados, sem pintura, deve ser de no mínimo 275 g/m² (soma das duas faces).
• A massa do revestimento metálico da telha zincada com cristais normais ou minimizados, com pintura, deve ser de no mínimo 225 g/m² (soma das duas faces).
• A massa do revestimento metálico da telha revestida com liga Al-Zn, com ou sem pintura, deve ser de no mínimo 150 g/m² (soma das duas faces).
• A telha de aço com revestimento metálico, sem pintura (com acabamento natural) deve ser fabricada a partir de chapa com tratamento químico superficial, não oleoso, para retardar, em condições normais de transporte e armazenamento, a formação de oxidação, notadamente a oxidação branca.

• *NOTA Podem ocorrer descolorações resultantes deste tratamento, que não afetam a qualidade e a resistência à corrosão do produto.*

• As características dos revestimentos aplicados por pintura devem ser estabelecidas entre o fabricante da telha e o comprador.

GRAUS DO AÇO

Equivalência das normas	
NBR 7008 - ZC	ASTM A 653 / A 653M CS Type A/B/C (aços comerciais)
NBR 15578 - AZC	ASTM A 792 / A 792M CS Type A/B/C (aços comerciais)

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO METAL-BASE

AÇO	C (% máx.)	Mn (% máx.)	P (% máx.)	S (% máx.)	Al (% mín.)
NBR 7008 - ZC	0,15	0,60	0,04	0,04	- (*)
NBR 15578 - AZC	0,15	0,60	0,04	0,04	- (*)

(*) O hífen indica que não há valor especificado.
Entretanto, os valores encontrados devem constar no certificado de análise.

PROPRIEDADES FÍSICAS DO AÇO

Módulo de elasticidade	E = 2.100.000 kg/cm²
Coeficiente de Poisson	0,30
Coeficiente de Dilatação Linear	12 x 10^{-6} °C^{-1}
Peso Específico	8.000 kg/m³ (Aços Zincados)

TIPOS DE REVESTIMENTO

Norma	Tipo de Revestimento	Antigo Equivalente	Massa Mínima de Revestimento (g/m²) Total das duas faces		Espessura aproximada de revestimento nas duas faces (µm)
			Ensaio individual (*)	Média do ensaio triplo (**)	
NBR 7008	Z 275	B	235	275	39
NBR 15578	AZ 150	-	130	150	39

(*) Valor mínimo das massas de cada uma das três amostras utilizadas no ensaio triplo.
(**) Valor médio da massa de revestimento determinada em três amostras de área conhecida, extraídas conforme a norma ABNT NBR 7013.

CAPÍTULO 2
PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TELHAS

Os perfis trapezoidais ou ondulados são fabricados a partir de bobinas de aço previamente zincadas, através de um processo contínuo em equipamentos de rolos de perfilação.
Nesse método de fabricação, a bobina de aço é desenrolada a uma velocidade de até 60 metros por minuto; a seguir ela é perfilada, cortada no comprimento, empilhada, e, finalmente embalada. Estes perfis podem ser fabricados com até 12 metros* de comprimento.
Por meio do processo de "rolo formação", o perfil trapezoidal ou ondulado de aço é obtido por etapas, devido a sua passagem nos pares de cilindros dispostos sequencialmente, indo da chapa plana até o perfil pronto.
A chapa de aço plana é passada entre os cilindros superiores e inferiores, dispostos em sequência, chegando progressivamente à sua forma definitiva.
Quase sempre, o processo de perfilação propriamente dito começa pela parte central do perfil trapezoidal ou ondulado, para que as partes laterais da chapa, ainda planas, possam se movimentar em direção ao centro, pois há redução da largura no processo.

*** Comprimentos maiores sob consulta prévia.**

Com esse método de fabricação, os jogos de cilindros superiores e inferiores moldam, cada vez mais profundamente, a chapa a ser perfilada. Com o aumento da altura do perfil, passam a atuar sobre os seus flancos diferentes velocidades periféricas, causadas pelos discos dos cilindros. Esse fenômeno dificulta bastante, por exemplo, a perfilação de flancos verticais. Assim, o formato mais apropriado para esse método de fabricação é o do perfil trapezoidal.
Uma máquina roloformadeira é capaz de fabricar diversos tipos de perfis trapezoidais. Para cada formato de perfil, é necessário um jogo de cilindros apropriado, que deve ser mudado toda vez que for alterado o tipo de perfil. A análise de custo de fabricação, devida à troca do jogo de cilindros, faz com que os aspectos econômicos tornem necessária uma determinada quantidade mínima de produção para cada tipo de perfil. Isso, por sua vez, leva a um planejamento prévio da produção, colocando à disposição dos clientes uma ou duas datas de perfilação mensais para cada tipo de perfil.

ACABAMENTOS

As Telhas de Aço podem ser fornecidas nos acabamentos:

- natural;
- pós-pintada;
- pré-pintada.

TELHAS PÓS-PINTADAS

Obtidas por processo eletrostático à base de tinta poliéster, epóxi ou híbrida, em pó de grande resistência. Este processo é constituído das seguintes fases:

Limpeza: por meios mecânicos e químicos, promove-se a limpeza de todas as impurezas superficiais, bem como a remoção de todos os resíduos de graxa e/ou gorduras provenientes dos processos de fabricação e proteção da chapa zincada.

Pré-tratamento: por meio de agentes químicos se procede à passivação da superfície metálica de modo a torná-la não metálica e não condutora. Normalmente nesta fase se aplica uma fosfatização que, além de garantir uma boa ancoragem da tinta sobre o substrato metálico, aumenta o tempo de vida do substrato contra corrosão.

Pintura: normalmente as telhas são colocadas em transportadores horizontais com velocidade regulável de modo a passarem na cabine de pintura eletrostática com velocidade compatível com a especificação da pintura. De modo geral se aplica uma demão de tinta em pó à base de poliéster, epóxi ou híbrida, com uma espessura média entre 40 e 50 micrometros, conforme a especificação e a agressividade do ambiente onde o material será aplicado.

Secagem, cura ou estufa de secagem: imediatamente após a aplicação da película de tinta em pó, a secagem das telhas acontecem em uma estufa regulada com temperatura superior à temperatura da estufa de cura (polimerização), para garantir a total desidratação das telhas, evitando as microfissuras causadas pela "fuga" da água na pintura durante a polimerização. Neste processo de pintura não há a necessidade de se usar primer para ancoragem de tinta de acabamento.

TELHAS PRÉ-PINTADAS

Essas telhas são fabricadas a partir de bobinas de aço pré-pintadas, por meio de um sistema contínuo de pintura multicamadas denominado coil-coating.

O aço pintado com essa tecnologia passa por várias etapas, desde um excepcional pré-tratamento, incluindo a limpeza total da superfície, a aplicação de revestimento químico de conversão (fosfatização) e, dependendo do processo, passivação ou aplicação de um selante químico, que irá garantir a perfeita ancoragem da tinta ao aço e proteção contra a corrosão. Em seguida, uma aplicação rigorosamente controlada de primers, tintas e filmes protetivos, produzirá um material de alta qualidade, próprio para sofrer transformações posteriores, tais como: conformação, corte e dobramento na fabricação das telhas sem danos às superfícies pintadas e também durante o processo de montagem e instalação das telhas.

O controle contínuo do processo, permite uma alta produtividade com consistência e qualidade homogênea e de acordo com as especificações do cliente. Vários são os tipos de tintas que podem ser aplicadas, mas para o uso em telhas, a resina Poliester Saturado, (modificado com polímeros para crosslinking, entre eles resinas melamínicas ou isocianatos modificados), é a mais utilizada.

Uma vantagem no sistema coil coating é que as telhas podem ter as duas faces pintadas na mesma cor ou em cores diferentes, ou ainda, uma face pintada e a outra apenas com primer.

Entendendo as diversas etapas da pintura contínua:

Entrada:
Em um processo automatizado, a bobina é carregada para a linha e as suas dimensões, incluindo espessura, largura e diâmetro, são medidas por sensores, que não permitem a entrada de uma bobina fora da especificação solicitada pelo cliente.

Pré-tratamento:
É o grande diferencial da linha de pintura do Aço Pré-pintado em comparação com os processos convencionais de pintura. Por meio de diversos estágios para a realização de desengraxe, escovamento e enxágue, a superfície do aço recebe a aplicação de camada de conversão química rigorosamente controlada, o que irá melhorar a resistência à corrosão e a aderência dos revestimentos a serem aplicados. Para cada tipo de aço a ser revestido será aplicado o tratamento adequado para o seu melhor desempenho. O pré-tratamento dará a garantia de uma pintura duradoura.

Primer:
Na primeira etapa, o primer é aplicado sobre a tira de aço com finalidade anticorrosiva, que também proporcionará melhor nivelamento da superfície e melhor aderência das camadas de acabamento. Após a aplicação do primer através de pintadora de rolos contínua, o aço passa por uma estufa, para que aconteça a cura do revestimento aplicado.

Acabamento:
Após a cura e o resfriamento do primer, o aço receberá a camada de acabamento, sendo que a cura deste produto é similar à do primer. As duas faces da bobina podem ser pintadas simultaneamente nas cores ou revestimentos desejados pelo cliente. O controle da camada de tinta é realizado a cada bobina, evitando variações na espessura.
A tecnologia empregada permite que todo esse processo ocorra em apenas alguns minutos e proporcione cor e brilho homogêneos, atendendo as expectativas do cliente.

Saída:
Oferecendo benefícios adicionais, após a aplicação do revestimento, a bobina pode receber cera sobre as superfícies, o que auxilia na conformação das telhas, principalmente nos processos de estampagem.
Pode-se também aplicar filme protetor de polietileno na superfície, o que oferece proteção adicional contra danos nos casos de processos mais severos que exerçam um esforço muito grande sobre o revestimento ou de manuseio inadequado.
Além de todo o acompanhamento contínuo durante o processo, incluindo avaliação de espessura de revestimento, cor e brilho, nessa etapa as bobinas sofrerão vários ensaios de controle de qualidade, como testes físicos, químicos e ensaios de acabamento.

PROPRIEDADES TÍPICAS DO SISTEMA CONTÍNUO DE PINTURA-PADRÃO

Propriedade (Telhas Pré-Pintadas	Valor típico
Espessura do primer	4 a 6 µm
Espessura do topcoat	18 a 22 µm
Variação da cor (por eixo L,a,b)	+ - 0.5
Brilho a 60º	30 a 40 ub
Dureza (mínima)	HB/Lápis*
Flexibilidade (mínima)	6T sem Fratura/2T sem destaque
Impacto (mínimo)	80 lb/pol sem destaque
Cura (MEK)**	100 duplas fricções
QUV (raio ultravioleta)	1000 h – Tenção de brilho mínimo 50%
Névoa salina (salt spray)	1000 h – Avanço de corrosão máximo 3/16 in
Umidade	1000 h – sem formação de bolhas ou perda de aderência

* Conforme ASTM D 3363-05
** Solvente MEK utilizado para resinas epóxi e híbridas.

BENEFÍCIOS DO USO DE TELHAS PRÉ-PINTADAS

- Durabilidade
- Flexibilidade
- Excelente estabilidade e consistência da cor e brilho
- Garantia de qualidade
- Ganho de produtividade
- Economia no custo de processo
- Redução de estoque
- Economia de espaço físico para se dedicar ao seu negócio
- Atendimento a requisitos ambientais

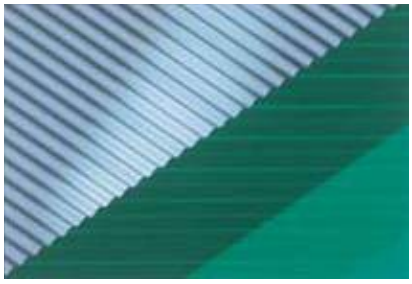
Cobertura e fechamento - Fábrica da Valeo (SP)
Foto: Nelson Kon

Cobertura - Estádio João Havelange (RJ)
Foto: Marcelo Scandaroli

Cobertura e fechamento com telhas de aço - Entreposto Alfandegário EADI
Foto: Nelson Kon

CAPÍTULO 3
TIPOS DE PERFIS

Clube Jundiaiense - Telha ondulada LR 17



Os tipos de telhas existentes no mercado são regidos pelas normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que determina os limites dimensionais e requisitos que devem ser considerados na especificação correta do material. As telhas de perfil ondulado seguem a Norma NBR 14513 - Telhas de Aço Revestido de Seção Ondulada e as telhas de perfil trapezoidal seguem a Norma NBR 14514 - Telhas de Aço Revestido de Seção Trapezoidal.

As Normas de Telhas definem parâmetros de tolerância dimensional e padronizam os modelos mais utilizados, favorecendo a substituição e facilitando a compra.

Desta forma, é recomendável que o responsável pela especificação, seja ele arquiteto, projetista ou mesmo o comprador, observe os catálogos do fabricante, as amostras e igualmente o atendimento às normas técnicas já mencionadas. Somente assim, a garantia de qualidade de produto estará assegurada.

Ainda, neste manual, falaremos de transporte e manuseio, que são aspectos que influenciam diretamente a qualidade das telhas de aço.

Antes de explicar os tipos de perfis, é preciso fixar termos padronizados usados por todos os fabricantes deste setor:

TELHAS ONDULADAS

São telhas cuja seção transversal é similar a uma sequência de ondas senoidais e caracteriza-se por não possuir trecho plano.

Os termos definidos na Norma são:

Passo: é a distância entre dois pontos altos e consecutivos.

Recobrimento lateral: é o trecho superposto quando duas telhas são colocadas lado a lado numa cobertura.

Recobrimento longitudinal: é o trecho superposto quando duas telhas são colocadas uma a seguir da outra numa cobertura.

Largura total: é a distância entre as extremidades do perfil.

Largura útil: é a largura efetivamente coberta pelo perfil, ou seja, é a diferença entre a largura total e o recobrimento lateral.

Altura: é a distância, medida vertical, entre a parte superior e inferior da telha.

TELHAS TRAPEZOIDAIS

São telhas cuja seção transversal é constituída por uma sequência de trapézios.

Mesa: são os trechos horizontais superiores da seção da telha.

Alma: são os trechos inclinados que unem as mesas.

Passo: é a distância entre os centros de duas mesas superiores consecutivas.

Canal: são os trechos horizontais interiores da seção da telha, por onde escoa a água.

Recobrimento lateral: é o trecho superposto quando duas telhas são colocadas lado a lado numa cobertura.

Recobrimento longitudinal: é o trecho superposto quando duas telhas são colocadas uma a seguir da outra numa cobertura.

Largura total: é a distância entre as extremidades do perfil.

Largura útil: é a largura efetivamente coberta pelo perfil, ou seja, é a diferença entre a largura total e o recobrimento lateral.

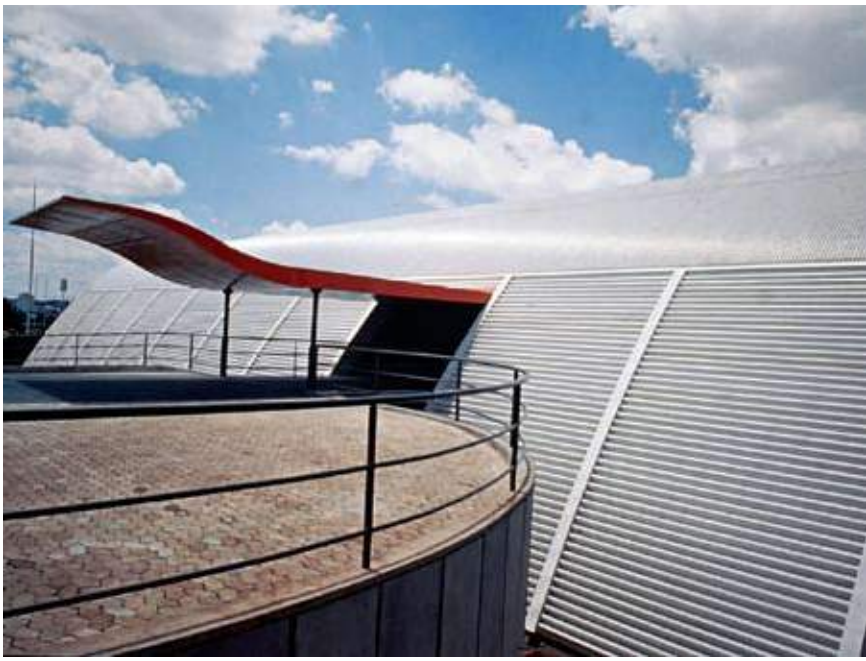
Altura: é a distância, medida vertical, entre a mesa superior e a mesa inferior.

Nervura (Bit): é a dobra com pequena altura, feita para reforçar a seção e diminuir o risco de deformação localizada.

TELHAS ONDULADAS

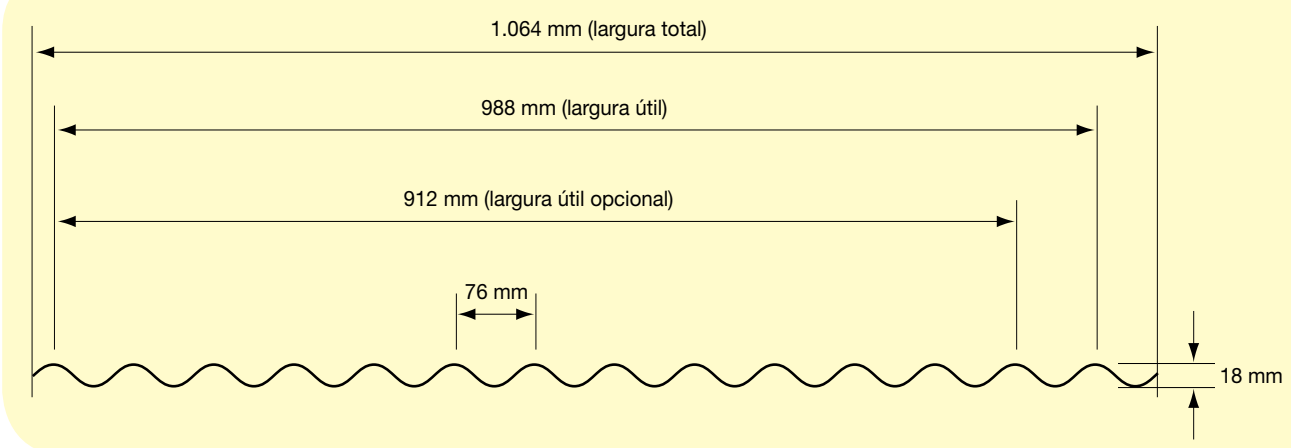
Além da forma geométrica, o que usualmente distingue também as telhas onduladas de aço é a sua baixa altura, quando comparadas com as telhas de perfil trapezoidal - uma telha ondulada que siga o padrão da NBR 14513 deve ter 18 mm de altura. A altura reduzida torna este perfil flexível, motivo pelo qual ele é muito utilizado em coberturas arqueadas, uma vez que ele se acomoda mais facilmente à curvatura do telhado, sem sofrer deformações ou exigir um esforço maior dos montadores.

Telhas onduladas também encontram aplicação preferencial em coberturas com bom caimento em galpões rurais de pequeno porte, em silos de armazenagem de grãos com formas curvas. Mais recentemente, estão sendo redescobertas pela arquitetura de fachadas que as tem utilizado na horizontal e em cores fortes ou metálicas. Podem ser fornecidas também perfuradas para uso como máscaras sombreadoras em fachadas sujeitas a muita incidência do sol.



Clube Jundiaiense

Escola Estadual Jardim Ipanema (SP)



TELHA ONDULADA 17
Tabela de Cargas Admissíveis (kgf/m²) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m²)	Peso (kg/ml)	I (cm⁴/m)	W (cm³/m)	Nº de apoios	Distância entre Apoios (mm)									
						1500		1750		2000		2250		2500	
						F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
0,43	4,36	3,86	1,7236	1,970	2	66	41	41	26	28	17	20	12	14	9
					3	126	99	93	62	67	42	47	29	34	21
					4	124	78	78	49	52	33	37	23	27	17
0,50	5,10	4,52	1,9881	2,272	2	76	48	48	30	32	20	23	14	16	10
					3	145	114	107	72	77	48	54	34	40	25
					4	143	90	90	56	61	38	43	27	31	19
0,65	6,71	5,94	2,5400	2,903	2	97	61	61	38	41	26	29	18	21	13
					3	186	146	137	92	99	62	69	43	51	32
					4	183	115	115	72	77	48	54	34	40	25
0,80	8,31	7,36	3,0725	3,511	2	117	73	74	46	50	31	35	22	25	16
					3	225	177	165	111	119	75	84	52	61	38
					4	222	139	140	87	94	58	66	41	48	30
0,95	9,90	8,77	3,5857	4,098	2	137	86	86	54	58	36	41	25	30	19
					3	262	206	193	130	139	87	98	61	71	45
					4	259	162	163	102	109	68	77	48	56	35
1,25	13,08	11,58	4,5564	5,207	2	174	109	110	69	73	46	52	32	38	24
					3	333	262	245	165	177	111	124	78	91	57
					4	329	206	207	129	139	87	97	61	71	44

** = Incluindo sobreposição (Larg. útil de 912 mm)*

F - Fechamento C - Cobertura

NOTA: A flecha máxima admissível é de 300 mm.
Valores obtidos para cobertura e fechamento obedecendo ao menor valor nos seguintes critérios:
- Flecha máxima L/200 para cobertura e L/125 para fechamento (L - vão entre terças) ou tensão máxima admissível de 1400 kgf/cm².
OBS: Nas combinações com vento de sucção, o peso próprio da telha deverá ser subtraído da pressão do vento atuante.

TELHA ONDULADA 17
Tabela de Cargas Admissíveis (kgf/m²) - Telhas revestidas com Zn

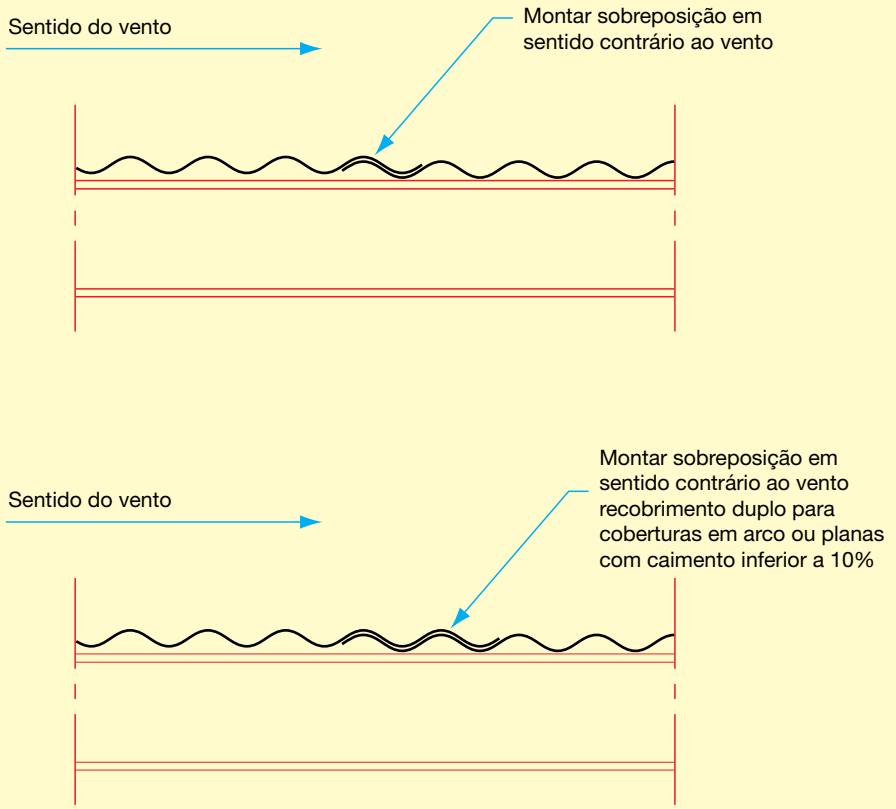
Esp. (mm)	Peso* (kg/m²)	Peso (kg/ml)	I (cm⁴/m)	W (cm³/m)	Nº de apoios	Distância entre Apoios (mm)									
						1500		1750		2000		2250		2500	
						F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
0,43	4,66	4,13	1,7236	1,970	2	65	41	41	25	27	17	19	13	14	8
					3	98	97	71	61	55	41	43	29	34	21
					4	122	77	78	49	52	33	36	22	26	16
0,50	5,42	4,80	1,9881	2,272	2	76	48	48	30	32	20	22	13	17	10
					3	113	112	83	71	64	47	50	33	38	24
					4	141	89	90	56	60	37	43	26	31	20
0,65	7,05	6,24	2,5400	2,903	2	97	61	61	38	41	26	29	17	21	13
					3	144	144	106	90	81	61	64	42	49	31
					4	181	115	115	72	77	48	53	34	39	25
0,80	8,67	7,68	3,0725	3,511	2	117	74	74	46	49	31	34	22	26	15
					3	175	173	128	109	98	73	78	51	60	37
					4	218	138	140	87	93	58	66	41	47	30
0,95	10,30	9,12	3,5857	4,098	2	137	85	86	54	58	36	41	25	29	18
					3	203	203	150	128	114	84	90	60	70	44
					4	254	162	163	102	109	68	76	48	56	35
1,25	13,55	12,00	4,5564	5,207	2	174	109	110	69	73	46	52	32	37	24
					3	259	258	190	163	146	109	115	78	89	56
					4	323	206	207	129	139	86	97	61	71	44

** = Incluindo sobreposição (Larg. útil de 912 mm)*

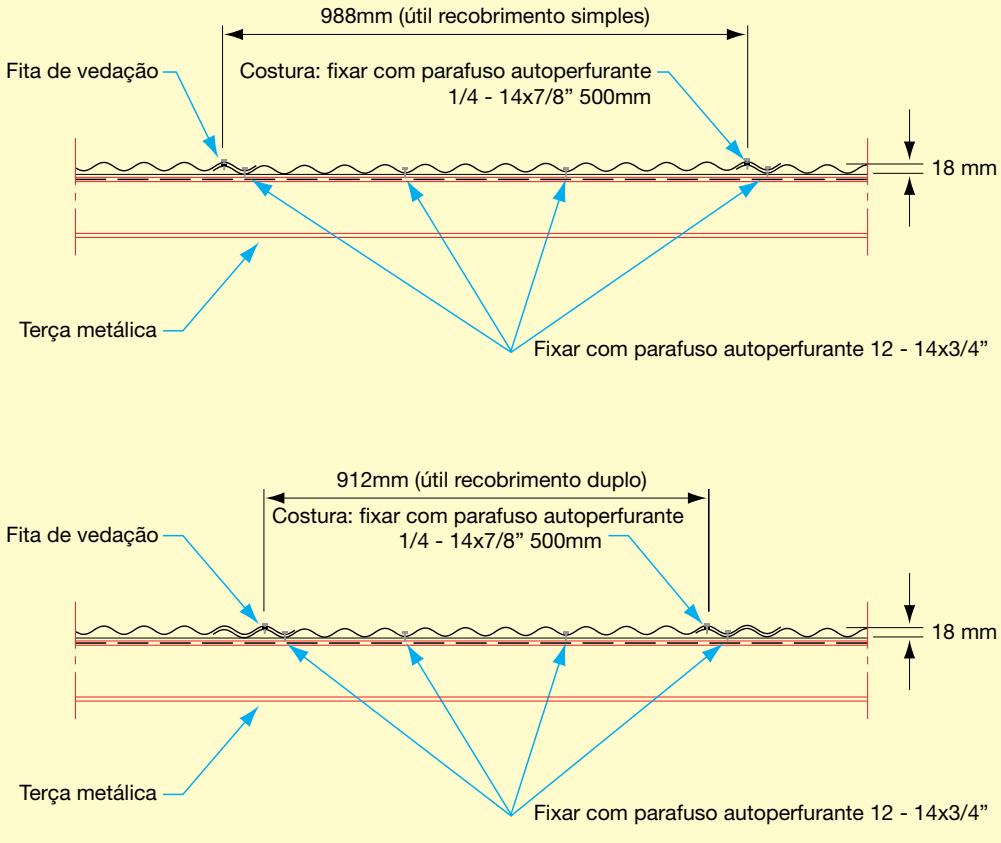
F - Fechamento C - Cobertura

NOTA: A flecha máxima admissível é de 300 mm.
Valores obtidos para cobertura e fechamento obedecendo ao menor valor nos seguintes critérios:
- Flecha máxima L/200 para cobertura e L/125 para fechamento (L - vão entre terças) ou tensão máxima admissível de 1400 kgf/cm².
OBS: Nas combinações com vento de sucção, o peso próprio da telha deverá ser subtraído da pressão do vento atuante.

MONTAGEM DAS TELHAS ONDULADAS



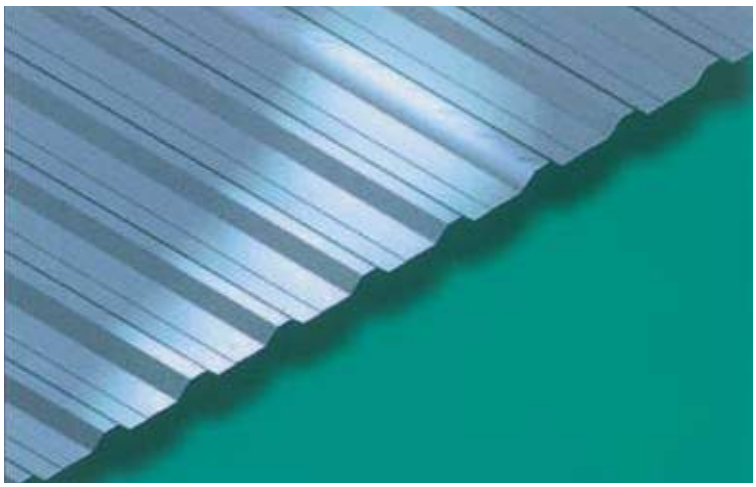
Fonte: ABCEM



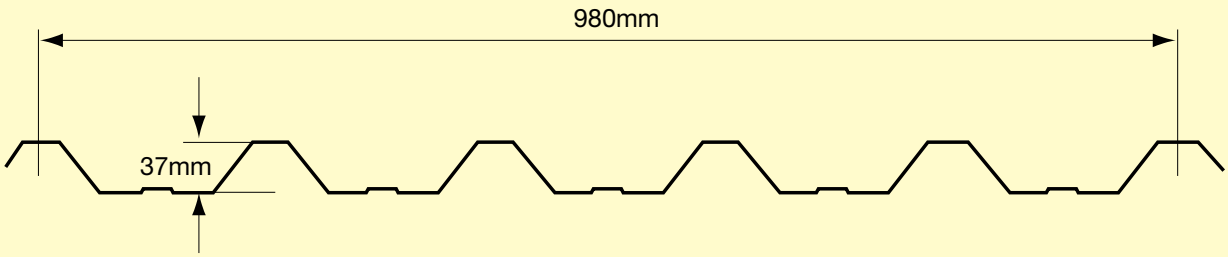
Fonte: Catálogo de fabricantes

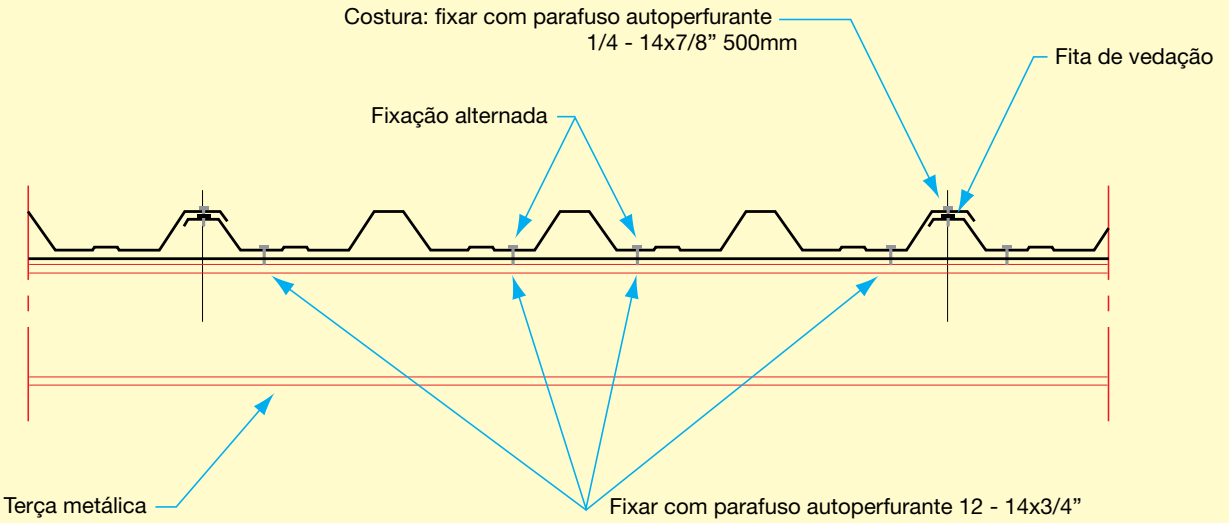
TELHAS TRAPEZOIDAIS

As telhas trapezoidais apresentam uma grande diversidade de tipos. Em função da altura do trapézio, pode-se obter a melhor performance de qualidade em relação ao projeto especificado, colocando assim, um grande potencial de criação nas mãos dos arquitetos e projetistas.
Obras industriais de grande porte utilizam em grande escala as telhas trapezoidais, pois podem possibilitar a racionalização de lay-out interno, como também a redução do tempo de construção, premissas da construção em aço, aliando-se aqueles dois fatores, a durabilidade da edificação.



MONTAGEM DAS TELHAS TRAPEZOIDAIS





TELHA TRAPEZOIDAL **40** - Conforme Norma NBR 14514
Tabela de Cargas Admissíveis (kgf/m²) - Telhas revestidas com Zn

Esp. (mm)	Peso* (kg/m²)	Peso (kg/ml)	I (cm⁴/m)	W (cm³/m)	Nº de apoios	Distância entre Apoios (mm)											
						1750		2000		2250		2500		2750		3000	
						F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
0,43	4,17	4,13	10,4898	3,746	2	137	137	105	105	83	74	67	54	56	41	47	31
					3	137	137	105	105	83	83	67	67	56	56	47	47
					4	171	171	131	131	104	104	84	84	69	69	58	58
0,50	4,85	4,80	12,1631	4,344	2	159	159	122	122	96	86	78	63	64	47	54	36
					3	159	159	122	122	96	96	78	78	64	64	54	54
					4	199	199	152	152	120	120	97	97	80	80	68	68
0,65	6,30	6,24	15,7169	5,613	2	205	205	157	157	124	111	100	81	83	61	70	47
					3	205	205	157	157	124	124	100	100	83	83	70	70
					4	256	256	196	196	155	155	126	126	104	104	87	87
0,80	7,76	7,68	19,2278	6,867	2	251	251	192	192	152	136	123	99	102	75	85	58
					3	251	251	192	192	152	152	123	123	102	102	85	85
					4	314	314	240	240	190	190	154	154	127	127	107	107
0,95	9,21	9,12	22,6961	8,106	2	296	296	227	227	179	161	145	117	120	88	101	68
					3	296	296	227	227	179	179	145	145	120	120	101	101
					4	370	370	284	284	224	224	182	182	150	150	126	126
1,25	12,12	12,00	29,5074	10,538	2	385	385	295	295	233	209	189	153	156	114	131	88
					3	385	385	295	295	233	233	189	189	156	156	131	131
					4	482	482	369	369	291	291	236	236	195	195	164	164

* = *Incluindo sobreposição (Larg. útil de 980 mm)*

F - Fechamento C - Cobertura

NOTA: A flecha máxima admissível é de 300 mm.
Valores obtidos para cobertura e fechamento obedecendo ao menor valor nos seguintes critérios:
- Flecha máxima L/200 para cobertura e L/125 para fechamento (L - vão entre terças) ou tensão máxima admissível de 1400 kgf/cm².

TELHA TRAPEZOIDAL **40** - Conforme Norma NBR 14514
Tabela de Cargas Admissíveis (kgf/m²) - Telhas revestidas com Zn-Al

Esp. (mm)	Peso* (kg/m²)	Peso (kg/ml)	I (cm⁴/m)	W (cm³/m)	Nº de apoios	Distância entre Apoios (mm)											
						1750		2000		2250		2500		2750		3000	
						F	C	F	C	F	C	F	C	F	C	F	C
0,43	3,90	3,86	10,4898	3,746	2	176	158	135	106	107	74	86	54	65	41	50	31
					3	176	176	135	135	107	107	86	86	71	71	60	60
					4	220	220	169	169	133	133	108	102	89	77	75	59
0,50	4,56	4,52	12,1631	4,344	2	204	183	156	123	124	86	100	63	75	47	58	36
					3	204	204	156	156	124	124	100	100	83	83	70	70
					4	255	255	195	195	154	154	125	119	103	89	87	69
0,65	6,00	5,94	15,7169	5,613	2	264	236	202	158	160	111	129	81	98	61	75	47
					3	264	264	202	202	160	160	129	129	107	107	90	90
					4	330	330	253	253	200	200	162	153	134	115	112	89
0,80	7,43	7,36	19,2278	6,867	2	323	289	247	194	195	136	158	99	119	75	92	57
					3	323	323	247	247	195	195	158	158	131	131	110	110
					4	404	404	309	309	244	244	198	187	163	141	137	108
0,95	8,86	8,77	22,6961	8,106	2	381	341	292	229	231	161	187	117	141	88	108	68
					3	381	381	292	292	231	231	187	187	154	154	130	130
					4	476	476	365	365	288	288	233	221	193	166	162	128
1,25	11,69	11,58	29,5074	10,538	2	496	444	379	297	300	209	243	152	183	114	141	88
					3	496	496	379	379	300	300	243	243	201	201	169	169
					4	619	619	474	474	375	375	303	288	251	216	211	166

* = *Incluindo sobreposição (Larg. útil de 980 mm)*

F - Fechamento C - Cobertura

NOTA: A flecha máxima admissível é de 300 mm.
Valores obtidos para cobertura e fechamento obedecendo ao menor valor nos seguintes critérios:
- Flecha máxima L/200 para cobertura e L/125 para fechamento (L - vão entre terças) ou tensão máxima admissível de 1400 kgf/cm².

TELHAS ZIPADAS

No sistema de cobertura zipada, as telhas são fabricadas no canteiro de obra usando-se uma perfiladeira especial portátil. Uma vez que não há o transporte de telhas, estas podem ser produzidas com grandes comprimentos, o que permite a montagem de uma única peça do ponto mais alto do telhado (cumeeira) até o ponto mais baixo (beiral) sem a necessidade de emendas ou de sobreposição de peças. Além disso, duas telhas contíguas são unidas ao longo do seu comprimento pela "costura" mecânica, ou zipagem, das suas abas de sobreposição lateral, sem o uso de parafusos, os quais também não perfuram a chapa de aço para fixá-las à estrutura. Uma peça especial chamada clip, faz a ligação da telha zipada com a estrutura de apoio; embora o clip seja fixado à estrutura com um parafuso, a sua união com a telha é garantida também pela zipagem. Como consequência deste processo, se obtém um revestimento sobre o telhado que não apresenta parafusos aparentes ou perfurações, o que garante uma excepcional estanqueidade para o sistema. Coberturas zipadas podem ser termoacústicos também, havendo diversas soluções possíveis para tanto e a mais usual é o emprego de sistema sanduíche formado por uma base em telha trapezoidal comum, espaçadores metálicos, isolamento com mantas de lã de vidro ou lã de rocha e, posteriormente, as telhas zipadas.

As telhas zipadas foram projetadas para uso em grandes coberturas, com extensões de captação de água a partir de 40 m, havendo casos de telhas zipadas com 60 ou até 120 m de comprimento em uma única peça. São também ideais para coberturas planas com pequenas inclinações, de até 2 %. Por sua própria natureza, elas necessitam de uma área razoável no canteiro da obra para fabricação e uma equipe mais numerosa de pessoas para manuseio das peças de grande comprimento. Os clips para fixação das telhas zipadas na estrutura da cobertura devem ser do tipo deslizante para permitir a contração e expansão da chapa de aço com as variações de temperatura.

Telha zipada LRZIP 53

Máquina de zipar

Montagem sistema sanduiche com telha trapezoidal e telha zipada

TELHAS AUTOPORTANTES

São telhas de perfis bastante altos (100/400mm), que devido às suas características proporcionam o aumento do espaçamento entre um apoio e outro (terças). Pode-se com a utilização desse sistema construir estruturas com até 25m de vão livre entre terças. A economia final da obra pode ser "às vezes maximizada" pois apesar do custo elevado economiza-se com estrutura.

TELHAS CURVAS

Telhas curvas são telhas que já saem do fabricante arqueadas conforme um padrão solicitado pelo cliente para atender a necessidades específicas: fazer um canto curvo em um fechamento lateral, fazer um encontro arredondado entre uma cobertura e uma fachada, cobrir um telhado em arco cujo raio é menor do que o suportado por uma telha plana, obter um efeito especial em um projeto de arquitetura, etc.
As telhas curvas podem ser de dois tipos, dependendo da forma como se obtém a curvatura do perfil metálico:

TELHAS CALANDRADAS

As telhas calandradas recebem a sua curvatura ao passarem por uma calandra, equipamento que vai arqueando a peça gradualmente a cada passagem. Quanto menor o raio de curvatura, mais passagens podem ser necessárias e para manter a esquadria da telha, ela é passada pela calandra alternadamente pelas suas duas extremidades, desta forma, não é possível ter trechos retos em uma telha calandrada, ela é totalmente curva, de ponta a ponta.
O raio pode ser bastante variado a partir de um mínimo estabelecido pelo fabricante para cada espessura de chapa de aço, usualmente 0,65 mm ou 0,80 mm. O aspecto superficial da telha calandrada é liso e uniforme, o mesmo do perfil que lhe deu origem, normalmente uma telha com 18 ou 25 mm de altura.
Recomenda-se que o comprimento das telhas não seja maior do que 8,00 m em decorrência da dificuldade de se manusear grandes peças curvas na obra e pelos custos de frete e embalagem.

Passarela com telhas onduladas calandradas LR 17

TELHAS MULTIDOBRA

A curvatura das telhas multidobra é obtida ao se fazerem dobras transversais na chapa de aço do perfil. A cada nervura feita a telha é ligeiramente arqueada e este processo, repetido a intervalos que podem ser regulares ou não, permite a produção de telhas com raio variável e trechos retos, se necessário, desta forma propiciando aos projetistas um produto de uso altamente flexível do ponto de vista arquitetônico ou de engenharia.
O raio de curvatura mínimo é usualmente reduzido, podendo ser da ordem de 300 mm dependendo do fabricante e a espessura mínima da chapa de aço normalmente recomendada é de 0,50 mm. O processo de multidobragem é aplicado em telhas mais altas, entre 30 e 40 mm de altura e seu aspecto, ao contrário das telhas calandradas, não é liso, pois apresenta as características nervuras transversais na chapa de aço nas áreas em que foram curvadas.
Como toda telha previamente curvada, as telhas multidobra devem preferencialmente ser encomendadas com comprimentos menores do que as telhas planas comuns, no caso das multidobras sugere-se o limite 6,00 m por conta de dificuldades com frete, embalagem é, mais importante, manuseio no canteiro de obra.

St. Jude Medical - Telha multidobra LR 33

Expresso Tiradentes (SP) - Telha multidobra LR 33

CAPÍTULO 4
SISTEMAS DE COBERTURA E FECHAMENTO LATERAL

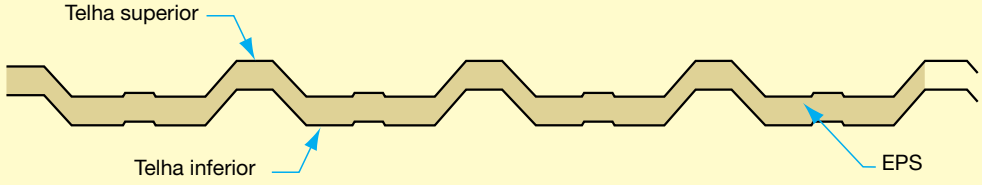
TELHAS PARA ISOLAMENTO TERMOACÚSTICO OU TÉRMICO

As telhas metálicas podem ser fornecidas com isolamento termoacústico, proporcionando redução do ruído externo e alto isolamento térmico para as coberturas e fechamentos.
O isolamento térmico varia de acordo com os materiais utilizados.
O coeficiente global de transmissão de calor permite a comparação dos diversos materiais quanto ao seu desempenho no isolamento térmico. Para o seu cálculo são utilizados, entre outros fatores, a condutividade térmica (k), que é função do material e de sua espessura.
Quanto menor o valor do coeficiente global de transmissão, melhor o seu isolamento térmico.

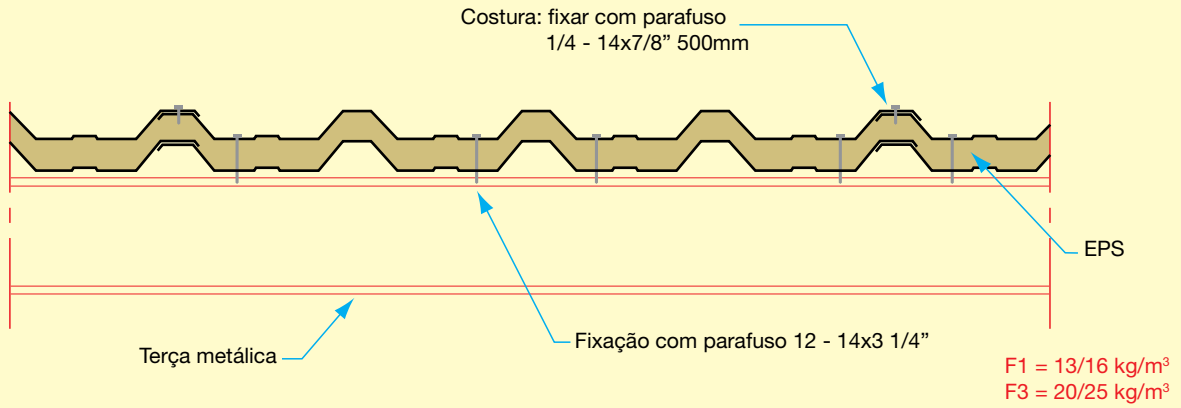
TELHAS TERMOACÚSTICAS COM EPS

Constituída de duas telhas trapezoidais com núcleo de EPS expandido, formando uma espécie de sanduíche.
É utilizada quando se deseja uma telha com bom desempenho termo-acústico a um custo menor, comparativamente às telhas com isolamento de poliuretano.
O EPS é colocado entre as duas telhas, formando um conjunto com grande rigidez.
Utiliza-se o poliestireno com densidade de 13 ou 20 kg/m³, com coeficiente de condutividade térmica k = 0,039 kcal/mh°c (densidade 13 kg/m³) ou k=0,032 kcal/mh°c (densidade 20 kg/m³) à temperatura ambiente de 25°. Consegue-se desta maneira uma telha com boa resistência térmica e boa redução do ruído externo.
As telhas sanduíche com núcleo de poliestireno são leves e não sobrecarregam as estruturas de sustentação.

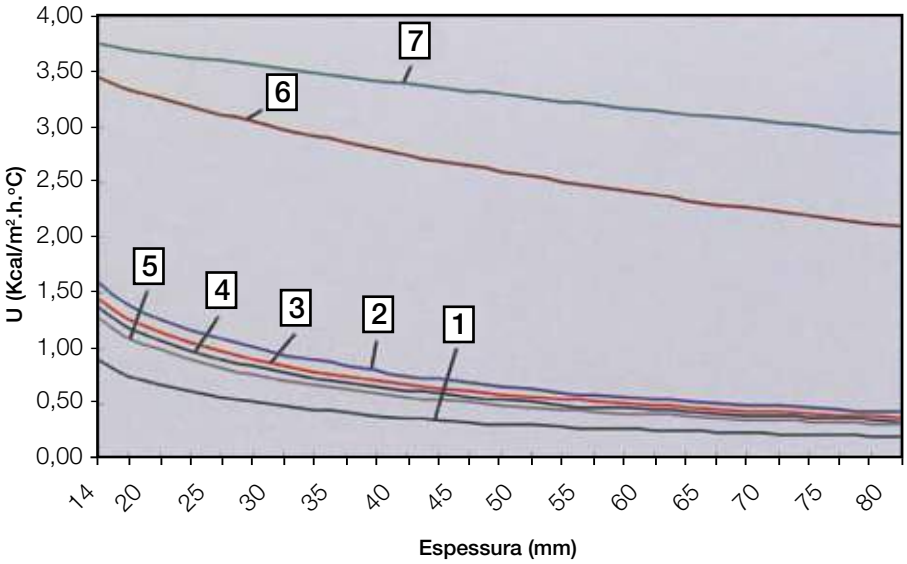
PERFIL GENÉRICO DA TELHA TERMOACÚSTICA COM EPS



MONTAGEM DAS TELHA TERMOACÚSTICAS COM EPS



CONDUTIBILIDADE TÉRMICA - U



LEGENDA:

1. Poliuretano
2. Lã de vidro
3. Lã de rocha
4. Isopor - F1
5. Isopor - F3
6. Fibro cimento
7. Telha de cerâmica

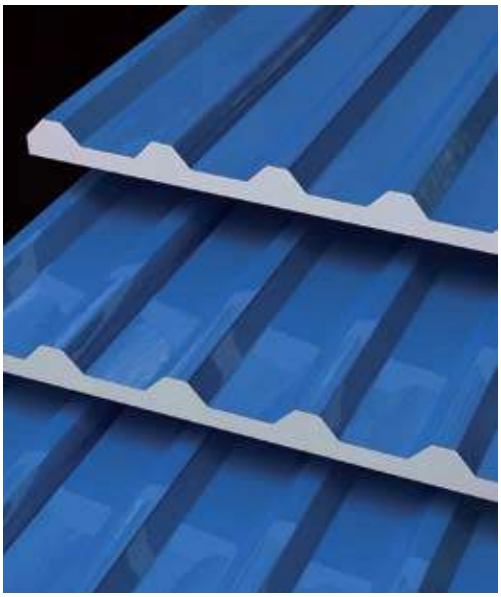
ISOLAÇÃO TÉRMICA

1 kcal/(m.h.°C) = 1,163 W/(m.K)			
Material	**Parâmetros**	**K (ABNT)**	**Unidade**
EPS P1/F1	coeficiente da condutividade	0,039	kcal/(m.h.°C)
EPS P2/F2	coeficiente da condutividade	0,034	kcal/(m.h.°C)
EPS P3/F3	coeficiente da condutividade	0,032	kcal/(m.h.°C)
PU (fechado)	coeficiente da condutividade	0,016	kcal/(m.h.°C)
PU (aberto)	coeficiente da condutividade	0,030	kcal/(m.h.°C)
Lã de Rocha	coeficiente da condutividade	0,035/0,060	kcal/(m.h.°C)
Lã de Vidro	coeficiente da condutividade	0,04/0,05	kcal/(m.h.°C)

Material		**Rocha**	**Vidro**	**EPS P1/F1**	**PU(baixa)**	**PU(alta)**
PARÂMETROS	**UNIDADE**			**RESULTADOS**		
temperatura do ambiente externo	°C	40	40	40	40	40
temperatura do ambiente interno	°C	24	24	24	24	24
diferença das temperaturas (te-ti)	°C	16	16	16	16	16
resistência adotada da superfície externa	kcal/(m.h.°C)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
resistência adotada da superfície interna	kcal/(m.h.°C)	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143
soma das resistências adotadas (ai+ae)	kcal/(m.h.°C)	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193
soma total das resistências	kcal/(m.h.°C)	1,245	1,304	0,962	1,360	2,380
coeficiente da condutividade do isolante	kcal/(m.h.°C)	0,048	0,045	0,039	0,030	0,016
espessura média da placa isolante	mm	50	50	30	35	35
eficiência do material isolante/PU alta	percentual	34%	36%	41%	53%	100%
calculo da temperatura na superfície interna	°C	25,84	25,75	26,38	25,68	24,96

TELHAS TERMOACÚSTICAS COM POLIURETANO

São constituídas de duas telhas Trapezoidais com núcleo poliuretano expandido, formando um conjunto rígido.
São utilizadas quando a aplicação exige um excelente desempenho termoacústico, que é obtido através do uso do poliuretano, material que possui a melhor capacidade isolante entre os diversos materiais existentes.
O poliuretano é injetado entre as duas telhas, formando um conjunto com grande rigidez, que é obtido pela aderência entre as telhas e o poliuretano expandido.
Utiliza-se o poliuretano com densidade de 35 a 40 kg/m³ com coeficiente de condutividade térmica k = 0,016kcal/mh°c. Consegue-se desta maneira uma telha com alta resistência térmica e grande redução do ruído externo.
Sob consulta, pode-se aumentar a espessura do poliuretano para atender projetos específicos que requeiram isolamentos mais rigorosos.
Por se tratar de material pré-fabricado, é entregue na obra pronto para ser utilizado, facilitando o trabalho de montagem.
A grande rigidez e resistência mecânica possibilitam a utilização em vãos de até 4000 mm entre apoios.
As telhas sanduíches com núcleo de poliuretano são leves e não sobrecarregam as estruturas de sustentação.

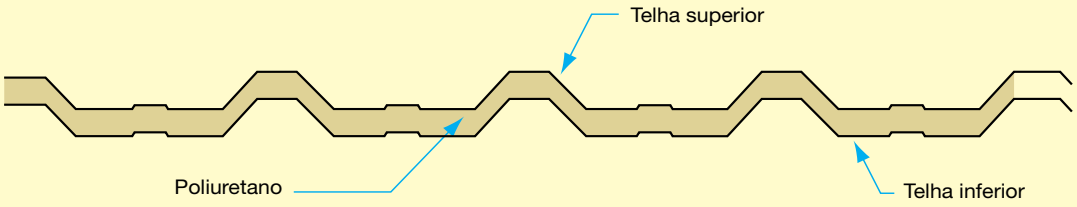


CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

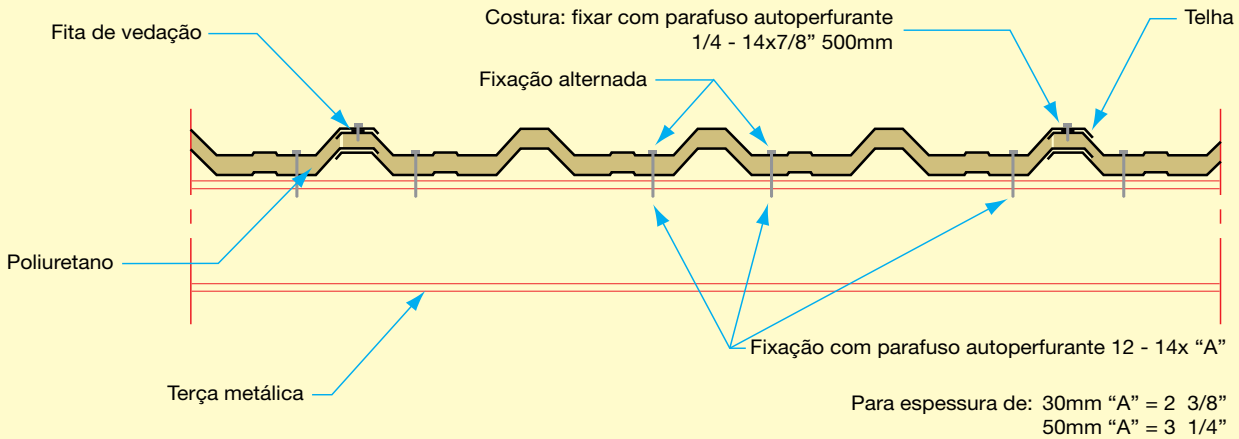
Espessura do Poliuretano (mm)	U (Kcal/m²h°C)
30(*)	0,47
40	0,36
50	0,30
60	0,25

(*) Espesssura padrão
U = Condutividade térmica global das telhas

TELHA TRAPEZOIDAL COM POLIURETANO



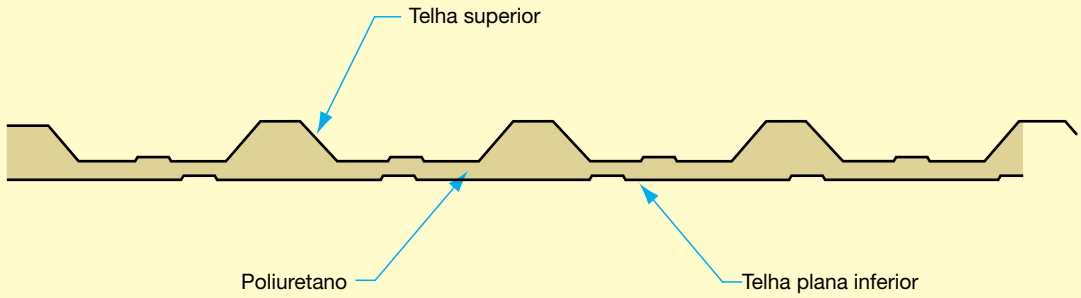
MONTAGEM DA TELHA



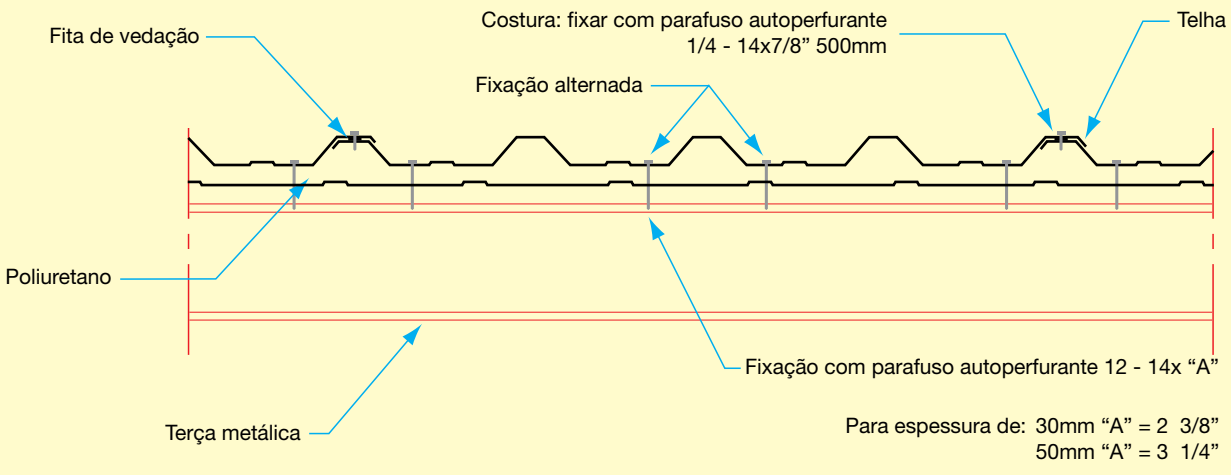
TELHAS TERMOACÚSTICAS COM A FACE INFERIOR PLANA COM POLIURETANO

São idênticas às Telhas Termoacústicas com Poliuretano, com exceção que a parte inferior é plana podendo ser revestida com chapa ou PVC em substituição à telha inferior.
É utilizada quando a aplicação exige um acabamento interno mais sofisticado e constitui uma excelente alternativa para a arquitetura de interiores.
Utiliza-se o poliuretano com densidade de 35 a 40 kg/m³ com coeficiente de condutividade térmica k = 0,016 kcal/mh°c para alta densidade ou k = 0,030 kcal/mh°c para baixa densidade . Consegue-se desta maneira uma telha com alta resistência térmica e grande redução do ruído externo.
O poliuretano de alta densidade praticamente não absorve água e é retardante de chamas.
As telhas são fabricadas com núcleo isolante com espessura geralmente de 30 mm, porém sob consulta, pode-se aumentar a espessura do poliuretano para atender projetos específicos que requeiram isolamentos mais rigorosos.

TELHA TERMOACÚSTICA COM FACE INFERIOR PLANA

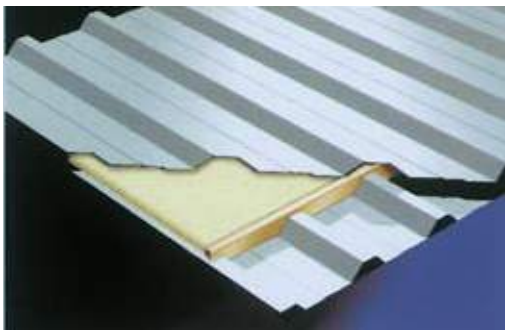


MONTAGEM DA TELHA



TELHAS TERMOACÚSTICAS COM LÃ MINERAL

Trata-se de um sistema com bom desempenho termoacústico e econômico.
Nas telhas termoacústicas com isolamento utilizando lã de vidro ou lã de rocha a montagem do sistema é executada no próprio canteiro de obra.
Inicialmente são montadas as telhas inferiores, depois são colocados os espaçadores metálicos e o material isolante e finalmente a telha superior, que completa o "sanduíche".
Utiliza-se normalmente núcleo isolante com lã de vidro de 50 mm de espessura, densidade de 12 kg/m³ e k=0,040/0.050 kcal/mh°c.
Sob consulta, a lã de vidro pode ser fornecida com outras densidades para atender projetos específicos.



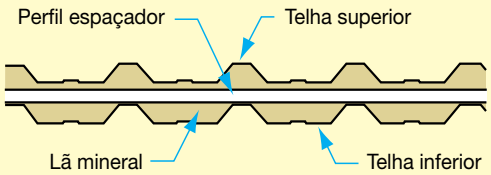
A lã de vidro é incombustível e biologicamente inerte.
Opcionalmente, as telhas podem ser fornecidas utilizando lã de rocha com densidade 48 kg/m³ e 50 mm de espessura e coeficiente de condutividadetérmica k=0,035/0.060kcal/mh°c.
São fornecidas com comprimentos de até 12 metros, utilizando perfis trapezoidais ou ondulados.

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

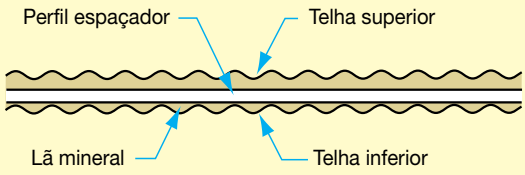
Espessura da Lã de Vidro (mm)	U (Kcal/m²h°C)
50	0,62
Espessura da Lã de Rocha (mm)	**U (Kcal/m²h°C)**
50	0,55
25	0,97

(*) Espesssura padrão
U = Condutividade térmica global das telhas

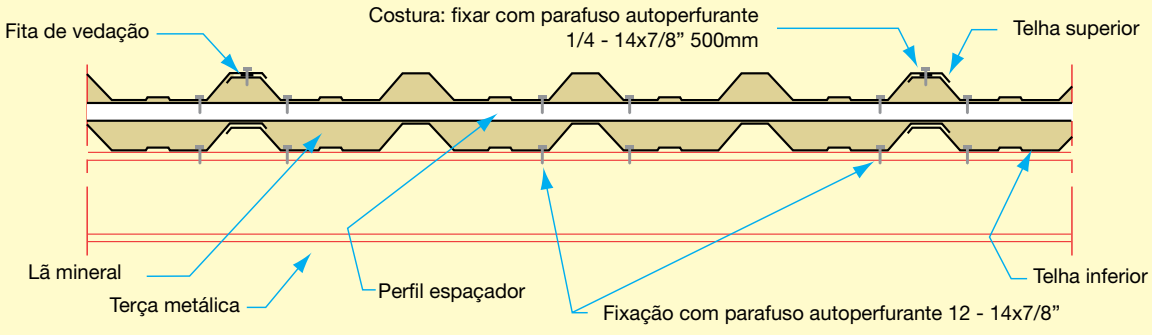
TELHA TRAPEZOIDAL COM LÃ MINERAL



TELHA ONDULADA COM LÃ MINERAL



MONTAGEM DA TELHA



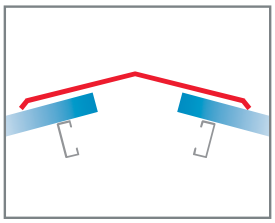
Cobertura Terminal da Lapa (SP)
Foto: Nelson Kon

COMPARATIVO DO FATOR DE CONDUTIBILIDADE TÉRMICA ENTRE OS MATERIAIS

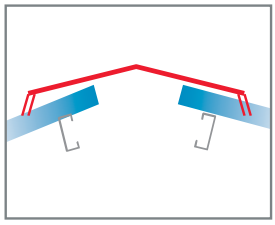
Esquema de consulta à tabela: Material ↓ / Material de referência → Fator	Material		Poliuretano	Poliuretano	Lã de Vidro	Lã de Vidro	Lã de Vidro	Lã de Rocha	Lã de Rocha	EPS-F1	EPS-F1	EPS-F1	EPS-F3	EPS-F3	EPS-F3	Fibrocimento	Cerâmica
Material	**ESP**	(mm)	30	50	40	50	75	50	75	14	35	48	14	35	48	8	20,4
U - (kcal/m².h.ºC)	(mm)	**U**	**0,47**	**0,30**	**0,75**	**0,62**	**0,44**	**0,55**	**0,39**	**1,36**	**0,69**	**0,53**	**1,27**	**0,63**	**0,50**	**3,66**	**3,66**
Poliuretano	30	0,47		37%	-60%	-33%	7%	-17%	18%	-190%	-46%	-13%	-170%	-33%	-7%	-679%	-678%
Poliuretano	50	0,30	-59%		-154%	-111%	-48%	-86%	-30%	-361%	-132%	-79%	-328%	-111%	-70%	-1137%	-1135%
Lã de Vidro	40	0,75	37%	61%		17%	42%	27%	49%	-82%	9%	29%	-69%	17%	33%	-388%	-387%
Lã de Vidro	50	0,62	25%	53%	-20%		30%	12%	38%	-119%	-10%	15%	-103%	0%	19%	-487%	-486%
Lã de Vidro	75	0,44	-7%	33%	-71%	-42%		-26%	12%	-211%	-56%	-21%	-189%	-43%	-15%	-735%	-733%
Lã de Rocha	50	0,55	15%	46%	-36%	-13%	20%		30%	-147%	-24%	4%	-130%	-14%	8%	-564%	-563%
Lã de Rocha	75	0,39	-22%	23%	-95%	-62%	-14%	-43%		-254%	-78%	-37%	-229%	-63%	-31%	-851%	-849%
EPS-F1	14	1,36	66%	78%	45%	54%	68%	60%	72%		50%	61%	7%	54%	63%	-169%	-168%
EPS-F1	35	0,69	31%	57%	-9%	9%	36%	20%	44%	-99%		23%	-85%	9%	26%	-434%	-433%
EPS-F1	48	0,53	11%	44%	-42%	-18%	17%	-4%	27%	-158%	-30%		-139%	-18%	5%	-592%	-591%
EPS-F3	14	1,27	63%	77%	41%	51%	65%	56%	70%	-8%	46%	58%		51%	60%	-189%	-189%
EPS-F3	35	0,63	25%	53%	-20%	0%	30%	12%	38%	-118%	-10%	15%	-102%		19%	-485%	-484%
EPS-F3	48	0,50	7%	41%	-49%	-24%	13%	-9%	24%	-170%	-36%	-5%	-151%	-24%		-626%	-625%
Fibrocimento	8	3,66	87%	92%	80%	83%	88%	85%	89%	63%	81%	86%	65%	83%	86%		0%
Cerâmica	20	3,66	87%	92%	79%	83%	88%	85%	89%	63%	81%	86%	65%	83%	86%	0%	

CAPÍTULO 5
ARREMATES

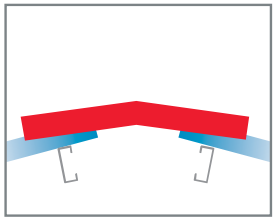
Cumeeira Lisa



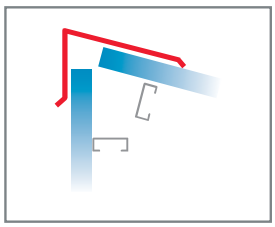
Cumeeira Lisa Dentada



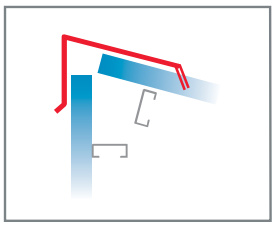
Cumeeira Perfil



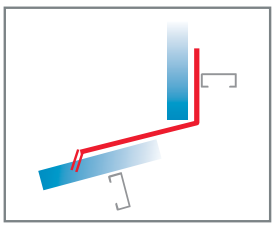
Cumeeira Shed Lisa



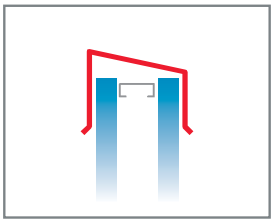
Cumeeira Shed Dentada



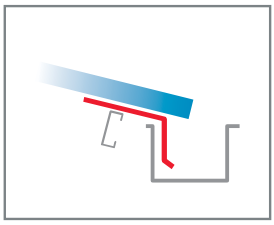
Rufo de Topo Dentado



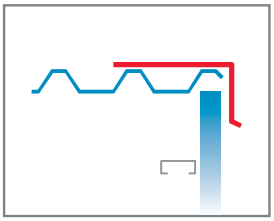
Rufo Chapéu



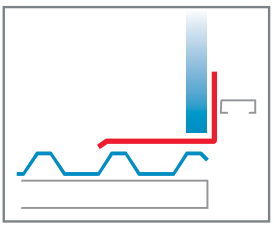
Pingadeira p/ Calha



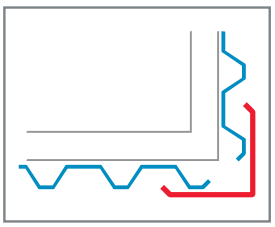
Rufo Lateral Superior



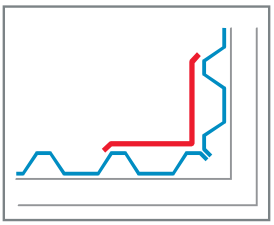
Rufo Lateral Inferior



Canto Externo



Canto Interno



ACESSÓRIOS

A qualidade das telhas utilizadas não garante por si só uma boa cobertura, com vedação e durabilidade adequadas. Utilize sempre toda a linha de acessórios e vedações complementares da melhor qualidade em sua obra.

Fita de Vedação

Utilize sempre na sobreposição transversal e na longitudinal em situações mais críticas.

Fechamento de Onda

Utilize na linha de calha e nas cumeeiras para evitar infiltrações e entrada de aves.

Ganchos e Calços

Se forem de sua preferência, selecione um material de boa qualidade, com garantia de galvanização e durabilidade.

Massa Poliuretânica

Utilize sempre nos locais de acabamento difícil, arremates e encontros especiais.

Telhas Translúcidas

Selecione o tipo conforme sua conveniência técnica (fibra de vidro, PVC, policarbonato). Atente para o tipo de fixação adequado, conforme o fabricante.

Parafusos Autoperfurantes

Prefira os de acabamento aluminizado de boa qualidade e, opcionalmente, com cabeça inox. Atenção para o tipo de peça diferenciada para fixação na estrutura e para costura de duas chapas consulte nosso depto. técnico.
Sua correta utilização é fundamental.

CAPÍTULO 6
TRANSPORTE, RECEBIMENTO, MANUSEIO E MONTAGEM

As características intrínsecas das telhas de aço permitem deslocar grande quantidade de unidades por transporte efetuado, mas, para maior facilidade de manuseio e segurança, deve-se atentar para que cada pilha de telhas obedeça às seguintes recomendações:

- Utilizar engradados com apoio que distribuam o peso total por igual;
- Executar a sobreposição de forma a evitar-se esforços transversais;
- Proteger contra a umidade através de lona;
- Recomenda-se, ainda, que as telhas sejam manuseadas e/ou içadas individualmente.

TRANSPORTE

O transporte das telhas de aço é extremamente simples. No entanto, algumas recomendações, são úteis, tanto para o cliente final, quanto para a construtora.

Usualmente, o transporte é realizado por carretas (até 25 t) e caminhões de menor porte, conhecidos como caminhões "Truck" (até 12 t). É sempre recomendado o uso de caminhões abertos (nunca fechados), pois os fabricantes de telhas de aço trabalham com pontes-rolantes para a montagem da carga.

A logística de transporte deverá ser definida antecipadamente, para que não se programe o recebimento de carretas em locais de difícil acesso, visto que sua manobra é muito restrita.

RECEBIMENTO

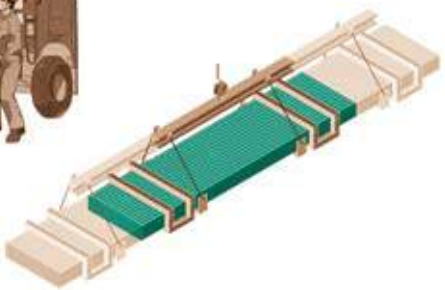
O primeiro cuidado no recebimento do lote é conferir e verificar se as telhas estão protegidas. Veja se há algum dano na embalagem e se vieram cobertas por lonas de proteção. Se a embalagem estiver danificada, examine cuidadosamente as telhas. Se chegarem molhadas, não as estoque. Enxugue-as primeiro, uma a uma conforme for descarregando. Para tanto, use o mesmo número de homens na carroceria e no solo, cuidando para que eles estejam protegidos com luvas de raspa. As telhas não devem ser arrastadas.

Devido a seu reduzido peso unitário, as telhas de aço podem ser manuseadas, normalmente, por uma só pessoa, exceto nos casos de telhas com comprimentos muito elevados e de telhas termoacústicas.

Ao erguer-se uma telha, deve-se atentar para não transmitir compressão à mesma, evitando deformações em seu perfil.

Recomenda-se a utilização de caibros sob as telhas para erguê-las.

Todo cuidado deve ser tomado para que uma telha não seja arrastada sobre a outra, principalmente se elas forem pintadas.



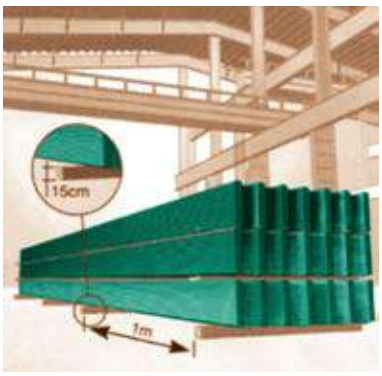
ARMAZENAGEM

Embora as telhas de aço sejam projetadas para resistirem às variações climáticas, alguns cuidados especiais devem ser adotados durante seu armazenamento, isto é, antes de serem instaladas.

Ao recebê-las, inspecione suas embalagens e verifique a existência de umidade no produto. Eventualmente, se alguma telha estiver molhada, não permita que ela permaneça úmida, enxugue-a imediatamente. Caso a ação da umidade tenha sido suficiente para dar origem a manchas (formação de óxido de zinco sobre a superfície da chapa zincada), proceda da seguinte maneira:

- O local de estocagem, por exemplo, deverá ser coberto, seco e ventilado, para se evitar o fenômeno da corrosão galvânica resultante da umidade.
- O tempo de armazenamento deve ser o menor possível, inferior a 60 dias, e durante o período deve-se inspecionar frequentemente o produto.
- Se, após a entrega, a montagem foi iniciada imediatamente, empilhe as telhas junto ao local da aplicação sobre uma superfície plana.
- As telhas empilhadas devem estar afastadas do piso no mínimo 15 cm e apoiadas sobre caibros posicionados de forma que o peso de cada pilha aja uniformemente sobre eles.

Recomenda-se dispor os caibros de forma que a pilha fique ligeiramente inclinada em relação à horizontal, para propiciar o escoamento de eventual acúmulo de umidade.



MONTAGEM

A montagem exige, de imediato, a verificação das dimensões, que devem ser indicadas no projeto, sobretudo com relação a:

- Comprimento e largura;
- Espaçamento;
- Nivelamento da face superior;
- Paralelismo nas terças.

No fechamento lateral, observe o alinhamento e o prumo das terças. Deverão ser perfeitos, bem como alinhamento longitudinal na colocação.

Na hora da montagem, observe a direção do vento. Monte as telhas em sentido contrário ao do vento e iniciada do beiral da cumeeira.

Se a obra tiver duas águas opostas, a cobertura deverá ser feita, simultaneamente, em ambos os lados. Assim haverá coincidência das ondulações na cumeeira.

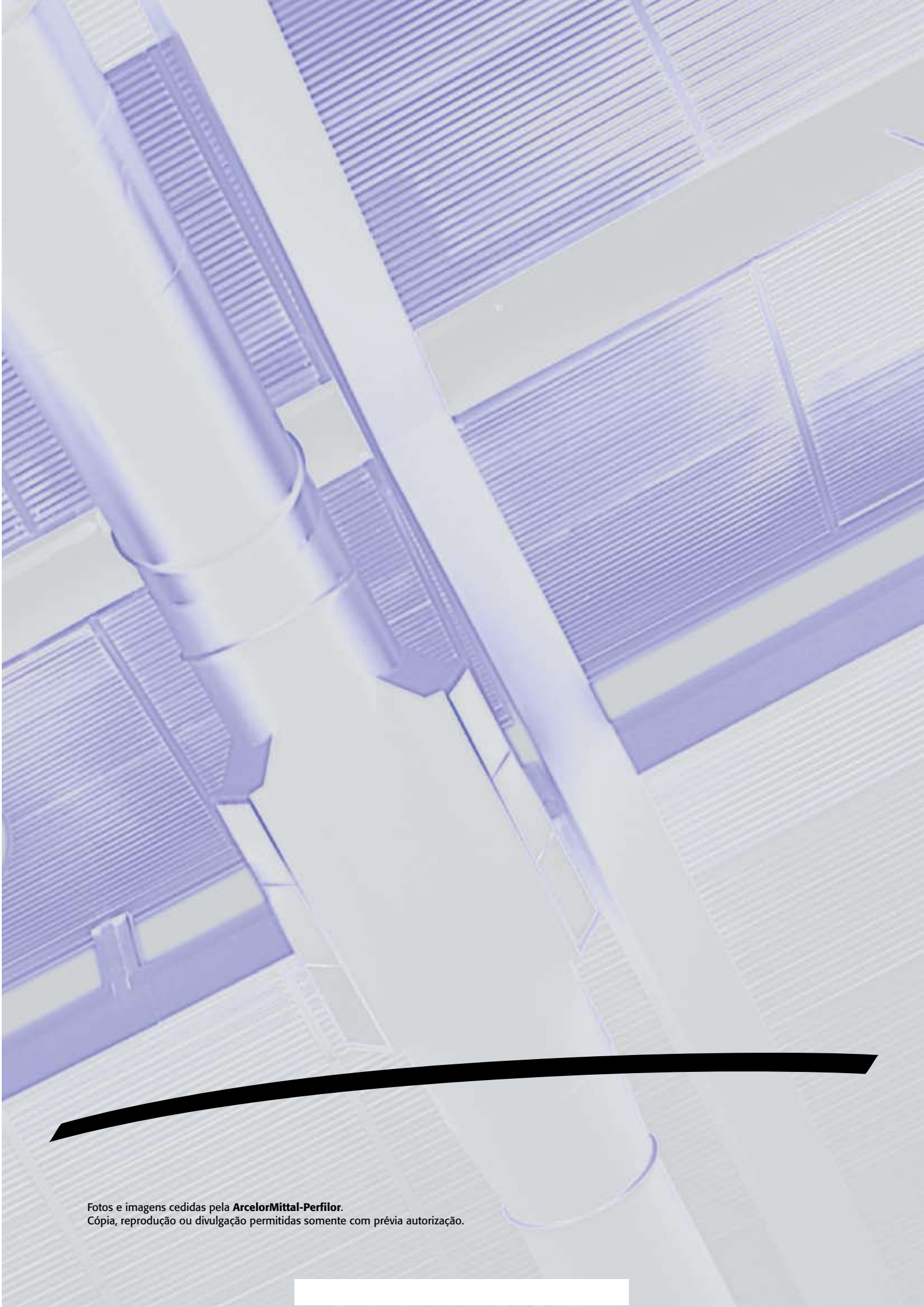
Observe como as telhas devem ser elevadas do chão ao local do assentamento.

Lembre-se que o furo deve ser feito no mínimo a 25 mm da borda da telha e de colocar três conjuntos de fixação por telha e por apoio.

No recobrimento lateral das telhas, devem ser usados parafusos de costura espaçados no máximo a cada 500 mm.

Durante a montagem, retire as limalhas de furação e corte da superfície da cobertura. As limalhas quentes grudam na película da tinta e enferrujam rapidamente, facilitando o processo de corrosão.

Para maior segurança no canteiro, adote o método de tábuas apoiadas, no mínimo em três terças. Assim, o pessoal da montagem desloca-se em segurança. Quando o caimento for grande, devem-se amarrar as tábuas às terças e pregar travessas.



Fotos e imagens cedidas pela **ArcelorMittal-Perfilor**.
Cópia, reprodução ou divulgação permitidas somente com prévia autorização.

Av. Brig. Faria Lima, 1931 - 9º andar São Paulo - SP - CEP 01451-917
Tel./Fax: 11 3816-6597 abcem@abcem.org.br

www.abcem.org.br

Financiamento