



ABCEM

Associação Brasileira da
Construção Metálica

MANUAL TÉCNICO DE TELHAS DE AÇO

coberturas e fechamentos

MANUAL TÉCNICO DE TELHAS DE AÇO

coberturas e fechamentos

Edson de Miranda
Silvia Scalzo Cardoso

MANUAL TÉCNICO DE TELHAS DE AÇO COBERTURAS E FECHAMENTOS

Associação Brasileira da Construção Metálica
São Paulo 2022

AUTORES

Edson de Miranda e Silvia Scalzo Cardoso

PROJETO GRÁFICO E ILUSTRAÇÕES

Manuela Halluli e Letícia do Vale

CAPA

Foto Pedro Kok

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP) (CÂMARA BRASILEIRA DO LIVRO, SP, BRASIL)

Miranda, Edson de
Manual técnico de telhas de aço [livro
eletrônico] : coberturas e fechamentos / Edson
de Miranda, Silvia Scalzo Cardoso. – 1. ed. –
São Paulo : ABCEM, 2022.
PDF.

Bibliografia.
ISBN 978-85-68391-04-4

1. Aço - Estruturas 2. Engenharia civil
3. Telhados 4. Telhados - Projeto e construção
I. Cardoso, Silvia Scalzo. II. Título.

22-129662

CDD-624

ÍNDICES PARA CATÁLOGO SISTEMÁTICO:

1. Engenharia civil 624
Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

© 2022 Associação Brasileira da Construção Metálica

Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução parcial desta obra, desde que citada a fonte.

ABCCEM

Av. Brig. Faria Lima, 1931 - 9º andar | São Paulo - SP - Brasil - 01452-001
abcem@abcem.org.br www.abcem.org.br

REALIZAÇÃO



APOIO



PATROCINADORES



MENSAGEM ABCEM

A Associação Brasileira da Construção Metálica – ABCEM - é sociedade civil sem fins lucrativos que foi fundada em 10 de setembro de 1974, e congrega nacionalmente os fabricantes de estruturas e de telhas de aço, as empresas de galvanização a fogo e escritórios de arquitetura e de engenharia. Entre os patronos da Associação estão as principais empresas produtoras de aço do País. O quadro associativo inclui, também, transportadoras e fornecedores de parafusos e fixadores, de softwares e de máquinas e equipamentos.

A ABCEM tem como objetivos: a promoção e o desenvolvimento da construção metálica no Brasil; a realização de estudos e pesquisas sobre a produção, o mercado e suprimentos do setor; a defesa dos interesses dos seus sócios. Atua como representante do setor junto aos órgãos estaduais e federais, às concessionárias de serviços públicos, às entidades de classe nacionais e internacionais, trabalhando a imagem da construção metálica no País.

A ABCEM oferece às pequenas e médias empresas, que representam 95% do mercado produtor, a visão do aprendizado, da oportunidade de trocar experiências, de convivência e interação, e de poder criar benchmarking para o setor.

Este Manual substitui aquele que foi publicado em setembro 2009, no âmbito de projeto financiado pela FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos, em sua missão de fomentar Ciência, Tecnologia e Inovação, para promover a qualidade e competitividade no setor.

Após os desenvolvimentos e questões observadas ao longo dos últimos anos, nesta publicação a ABCEM oferece informações atualizadas e orientativas à sociedade e, em especial, aos profissionais da área sobre os materiais, acabamentos, projeto, aplicação e outros assuntos pertinentes à utilização das Telhas de Aço (coberturas e fechamentos) 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.

A ABCEM agradece aos patrocinadores ArcelorMittal, ArcelorMittal Perfilor, CSN, Gerdau, Isoeste Metálica, Kingspan Isoeste, Marko, Soufer, Tekno e Usiminas, que viabilizaram a realização deste projeto, e pelo apoio recebido do CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço, que tem como gestor o Instituto Aço Brasil.

QUALIFICAÇÃO DE TELHAS DE AÇO ABCEM | ABNT

A ABCEM, com objetivo de promover a qualidade dos produtos e desenvolvimento do mercado da construção metálica, firmou o Programa de Qualificação de Telhas de Aço em conjunto com a ABNT.

O programa avalia a qualidade das telhas de aço de seção ondulada e trapezoidal em conformidade com a norma ABNT NBR 14513 e a qualidade de painéis termoacústicos conforme a norma ABNT NBR 16373.



O programa de certificação é voluntário e validado pela Coordenação Geral de Acreditação do INMETRO. A sua aplicação assegura maior qualidade para o produto e para o setor, promovendo a melhoria e diferenciação das empresas participantes, garantindo maior segurança e confiança aos consumidores e usuários das edificações.

Os Certificados de Conformidade emitidos pela ABCEM possuem o logo da ABNT, garantindo maior confiança e credibilidade às empresas certificadas. Os produtos certificados devem exibir o selo de qualidade ABNT.

Além de beneficiar o consumidor e a imagem do produto, a certificação traz, para os fabricantes,

a garantia da conformidade do produto com as normas técnicas e benefícios como a melhoria do processo produtivo e organizacional. Isto se dá por meio das avaliações dos requisitos da qualidade, da conscientização dos colaboradores na melhoria dos processos, do aumento da produtividade e da diferenciação de seus produtos no mercado.

CERTIFICAÇÃO ABNT DE CHAPAS E BOBINAS DE AÇO REVESTIDAS

A ABNT dispõe de procedimento específico para a certificação de chapas e bobinas de aço revestidas em conformidade com as normas ABNT NBR 7008, ABNT NBR 7013, NM 97 e ABNT NBR 15578.

A identificação e divulgação da Marca de Conformidade ABNT para produtos chapas e bobinas de aço revestidas são representadas conforme os selos.



dupla certificação ABNT

A existência simultânea dos dois programas de certificação, o de telhas de aço e o de chapas e bobinas de aços revestidos, traz vantagens aos consumidores e aos fabricantes de telhas e painéis.

Para o fabricante, a utilização de chapas ou bobinas de aço revestidas certificadas ABNT, simplifica os seus processos de certificação, ao dispensar ensaios de determinação de

características mecânicas e de revestimento, que já estão cobertos na certificação da matéria-prima.

incentivo a conformidade

Dessa forma, a ABCEM incentiva a conformidade com as normas técnicas atualizadas – que representam o consenso nacional acerca dos requisitos a serem atendidos – para a

entrega do produto que a sociedade espera, segundo os princípios da competitividade e do desenvolvimento sustentável.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
------------------	----

capítulo 1.

ESPECIFICAÇÃO DO AÇO PARA TELHAS E PAINÉIS.....	12
Aços Revestidos	13
Aços Inoxidáveis.....	20
Corrosão Galvânica	21
Recomendações Gerais para Telhas de Aço.....	22

capítulo 2.

REVESTIMENTOS ORGÂNICOS DA CHAPA.....	23
Pré-Pintura	24
Pós-Pintura	27
Recomendações.....	28

capítulo 3.

TIPOS DE TELHAS	29
Telhas Simples.....	30
Telhas e Painéis Sanduíche.....	41
Tabelas de Sobrecargas	44
Arremates e Esquemas de Fixações.....	46

capítulo 4.

SISTEMAS DE COBERTURA.....	50
Sistemas Zipados.....	51
Sistema Roll-on.....	55
Sistemas Auto-portantes.....	57
Sistemas Termoacústicos.....	58

capítulo 5.

TRANSPORTE, ARMAZENAMENTO, MONTAGEM e MANUTENÇÃO	60
Transporte.....	61
Armazenamento	64
Montagem	65
Manutenção.....	72

capítulo 6.

RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO DO SISTEMA DE COBERTURA.....	75
Desempenho Estrutural	77
Segurança contra incêndio.....	79
Segurança no uso e na operação	80
Estanqueidade	82
Desempenho Térmico	84
Desempenho Acústico	87
Durabilidade	88
Manutenibilidade	90
Desempenho ambiental	91
Bim e o Projeto de Coberturas	92
Projeto de Paginação	93

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
--	-----------

GLOSSÁRIO	99
------------------------	-----------

CRÉDITOS DAS FOTOS E ILUSTRAÇÕES	101
---	------------

INTRODUÇÃO

A utilização de componentes industrializados - como telhas, painéis e sistemas de coberturas em aço - é essencial para colaborar na melhoria da produtividade da construção e no desempenho das edificações.

Nas últimas décadas, houve significativa evolução tanto nas inovações de produtos, como na consolidação da capacidade produtiva dos fabricantes de telhas, painéis e sistemas de cobertura.

Dentre as inovações, notam-se os avanços da indústria siderúrgica na produção de aços com diversos revestimentos metálicos que trouxeram maior durabilidade às chapas de aço, matéria-prima das telhas e painéis.

Além disso, inovações relacionadas aos processos de pintura trouxeram maior durabilidade às telhas, oferecendo melhor

resistência contra a radiação solar e a ambientes com agressividade atmosférica. Também foram ampliadas as possibilidades estéticas com maior escolha de cores e de acabamentos.

Em relação aos fabricantes, destacam-se inovações em termos de processo e de produtos, como as linhas contínuas de produção de painéis, a evolução de produtos com maior desempenho termoacústico e a oferta de telhas de diversas geometrias aplicadas às várias tipologias das edificações.

Finalmente, telhas, painéis e sistemas de cobertura em aço são amplamente utilizados em edificações industriais e comerciais, e passaram a ocupar mercado também no segmento residencial pelos seus atributos de desempenho, facilidade e velocidade de execução e pela durabilidade, colaborando no prolongamento da vida útil do edifício.



objetivos do manual

O objetivo deste Manual é atualizar os profissionais da construção civil, que atuam na concepção do edifício, na execução e na manutenção, em relação aos produtos e sistemas em aço para coberturas.

O manual busca compilar as recomendações de projeto para o atendimento ao desempenho e recomendações de execução de obra, como atenção às condições de transporte,

armazenagem e montagem das telhas e painéis e, finalmente, recomendações para a manutenção de coberturas.

Por fim, o manual busca divulgar, entre os profissionais da construção e da Academia, as melhores práticas para a garantia da conformidade técnica e do desempenho das coberturas em aço.

para facilidade de leitura:

A estrutura do manual permite a leitura independente de cada capítulo.

Texto em caixa **verde** destaca a **aplicação de normas técnicas brasileiras**

Texto em caixa **azul** destaca as recomendações e as **melhores práticas**.

Texto em caixa **vermelha** destaca os **alertas** e o que **deve ser evitado**.

Capítulo

ESPECIFICAÇÃO DO AÇO PARA TELHAS E PAINÉIS

O capítulo aborda os requisitos da chapa de aço revestido e aço inoxidável, a espessura e os tipos de revestimentos metálicos para garantia da durabilidade de telhas e painéis.





As telhas e painéis de aço são manufacturados a partir da conformação a frio de bobinas ou chapas de aços revestidos ou de aços inoxidáveis.

Segundo a norma brasileira de telhas de aço -ABNT NBR 14513:2022:

- Telhas com espessura nominal igual ou superior a 0,40 mm devem ser perfiladas a partir de chapas com limite de escoamento não inferior a 230 MPa;
- Telhas com espessura nominal inferior a 0,40 mm devem ser perfiladas a partir de chapas com limite de escoamento não inferior a 550 MPa.

Usualmente, as espessuras nominais mais utilizadas para telhas são 0,43 mm, 0,50 mm e 0,65 mm.

Para fechamentos laterais recomenda-se chapas com espessura nominal mínima de 0,50 mm, para melhor resultado estético.

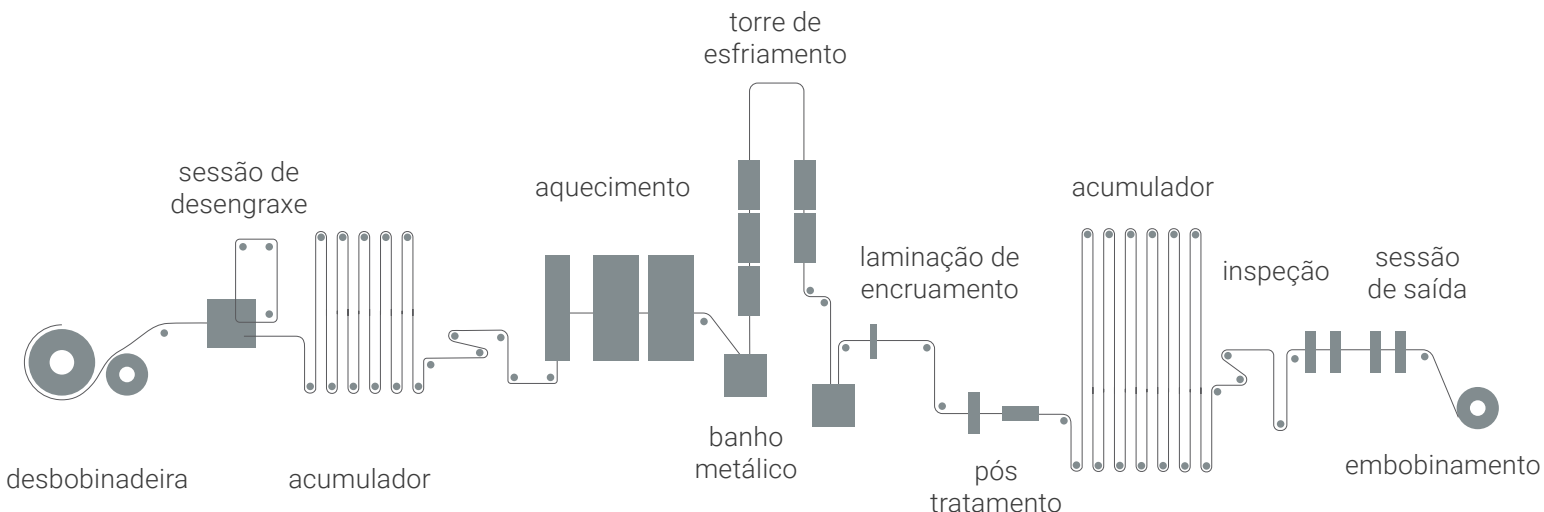
Ao utilizar telhas simples com espessuras nominais menores de 0,40 mm, certifique-se de que a chapa de aço tenha resistência não inferior a 550 MPa.

A norma brasileira ABNT NBR 14762 estabelece os requisitos básicos que devem ser atendidos no dimensionamento de estruturas compostas por perfis formados a frio, caso das telhas de aço. A espessura da chapa de aço é determinada em função das distâncias entre apoios, geometria das telhas e [esforços atuantes](#).

AÇOS REVESTIDOS

O revestimento metálico do aço por imersão a quente é obtido em uma linha contínua, na qual bobinas laminadas a frio passam por um banho contendo um metal ou uma liga metálica em estado líquido de fusão.

A temperatura elevada do processo também cria na interface entre o aço e os metais do revestimento, uma liga metálica de transição que promove a adesão entre os dois materiais.





Neste processo, no qual as duas faces da chapa da bobina recebem o banho metálico, a espessura do revestimento é permanentemente monitorada e controlada por meio de um conjunto de facas de ar ou de nitrogênio, que garantem o ajuste da espessura do revestimento conforme as especificações. A figura acima mostra linha de galvanização com a bobina passando pelo pote ou cuba de revestimento metálico.

O processo de galvanização por imersão a quente assegura que o revestimento tenha uma excelente aderência ao substrato e, em consequência, traz também resistência à abrasão.

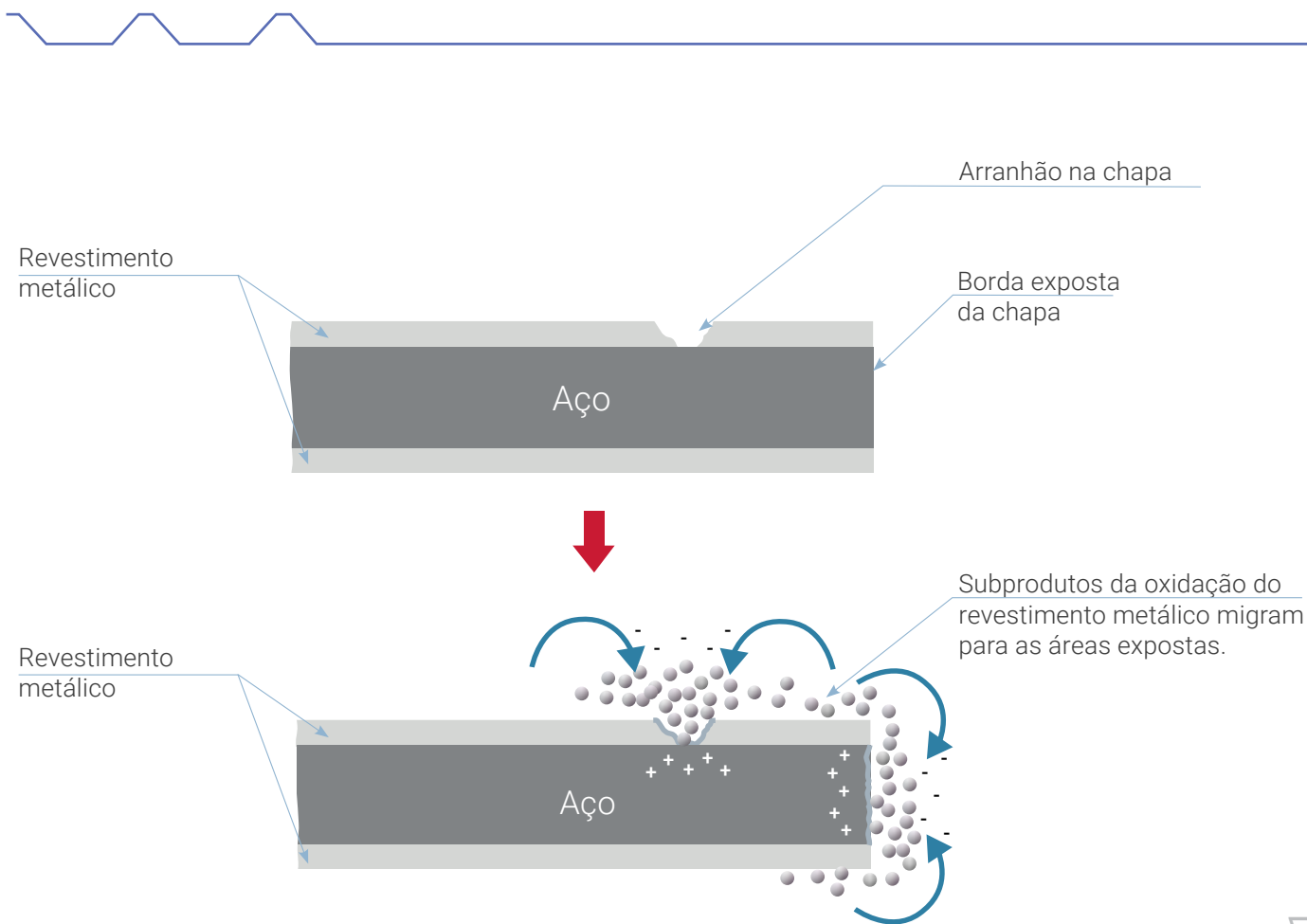
A proteção à corrosão depende do tipo de revestimento e é proporcional à sua massa, ou seja, à espessura do revestimento metálico.

A especificação do revestimento deve levar em conta a [durabilidade](#) requerida e o tipo de ambiente atmosférico onde a edificação se insere.

Os revestimentos metálicos protegem o aço contra a corrosão de duas maneiras: pelo efeito barreira e pela proteção galvânica.

No efeito barreira, o aço é fisicamente isolado do ambiente corrosivo pela presença do revestimento, como uma barreira impermeável que impede a umidade de entrar em contato com o aço.

[Na proteção galvânica ou proteção por sacrifício](#), o revestimento metálico aplicado sobre a chapa protege o aço da corrosão pela existência de um diferencial elétrico entre esses metais, que se desenvolve na presença de um eletrólito, como a água.



Assim, o aço exposto nas bordas da chapa que foram cortadas e perfuradas ou exposto por danos (como riscos ou arranhões), interage eletricamente com o revestimento metálico adjacente na presença da umidade. Este último, por ser intencionalmente menos nobre, portanto

mais reativo, se oxida preferencialmente ao aço, se sacrificando, e os subprodutos da sua oxidação migram para as áreas expostas do aço, protegendo-as com uma camada de material sólido e estável.

tipos de revestimento para telhas e painéis

Há três possibilidades de revestimentos do aço que podem ser utilizados em telhas e painéis. Esses revestimentos metálicos sobre o substrato de aço podem ser formados por uma camada de zinco puro ou por ligas de diferentes composições de zinco, de alumínio, de silício e de magnésio.

A escolha do revestimento depende igualmente da opção por uma proteção adicional de [pintura](#), que propiciará, também, benefícios estéticos que a chapa colorida apresenta.

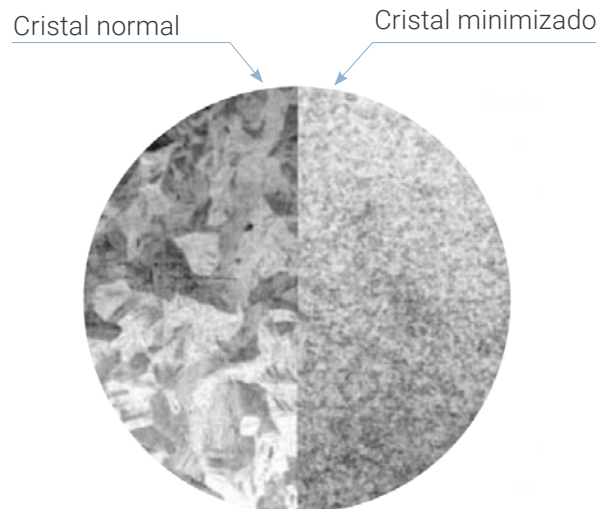
No final de seu ciclo de vida, a telha de aço revestido pode ser reciclada como qualquer outro produto de aço.

revestimento de zinco

O termo galvanizado usualmente se refere ao revestimento de zinco. Esse termo deriva da proteção galvânica que o zinco proporciona ao aço quando exposto a um ambiente corrosivo.

As bobinas de aço recebem um banho de zinco líquido, que garante ao aço resistência à corrosão e excelente aderência à pintura.

Os aços zincados podem apresentar diferentes acabamentos superficiais como o cristal normal ou cristal minimizado, ambos possuem aparência com brilho metálico. As chapas com cristais normais apresentam um padrão que resulta da fusão do zinco quando seus grãos se expandem e são cristalizados na solidificação do revestimento, cujo aspecto pode ser



chamado de “flor de zinco”. Já as chapas com cristais minimizados, apresentam superfície mais lisa e aparência mais regular. Essa variação do acabamento superficial não tem influência sobre o desempenho à corrosão do revestimento, os dois acabamentos protegem igualmente o substrato, considerando-se a mesma massa de revestimento.

O revestimento zincado é estabelecido na norma brasileira ABNT NBR 7008.

A escolha da telha com ou sem pintura é que vai determinar a massa de revestimento de telhas com revestimento zincado. Caso as telhas não recebam pintura, é necessária uma maior massa de revestimento – 275 g/m², em relação às chapas que receberão pintura – 225 g/m², revestimentos designados respectivamente Z275 e Z225. A massa de revestimento de 275 g/m² (em ambas as faces) corresponde a uma espessura de revestimento de aproximadamente 20 µm (micrômetros) por face.

- Aços zincados tem maior proteção galvânica do que outros tipos de revestimento por imersão a quente.

- O revestimento zincado apresenta boa resistência a ambientes alcalinos, como aqueles com presença do cimento, embora deva se tomar cuidado para que o cimento não risque a superfície da telha.

revestimento com liga alumínio-zinco

O revestimento com liga alumínio-zinco, conhecido comercialmente como Galvalume® combina as vantagens dos seus dois componentes principais: o efeito de barreira do alumínio e a proteção de sacrifício do zinco, ou proteção galvânica, resultando em excelente resistência à corrosão.

O revestimento é formado por uma liga de 55% alumínio, 43,4% de zinco e 1,6% de silício e é aplicado pelo processo de imersão a quente.

Graças a uma fina camada de óxido, devida ao alumínio, o Galvalume® proporciona uma aparência mais brilhante em relação aos

outros revestimentos, com maior refletividade, o que gera melhor eficiência térmica.

O revestimento Galvalume® é estabelecido pela norma brasileira ABNT NBR 15578.

Para uso em telhas e painéis, a massa mínima de revestimento para aplicações com ou sem pintura é de 150 g/m² - designado AZ 150.

A massa de revestimento de 150 g/m² (em ambas as faces) corresponde a uma espessura de revestimento de aproximadamente 20 µm por face.

- Maior resistência à corrosão que o revestimento zincado na maioria dos ambientes com demonstrada durabilidade no longo prazo.

- Galvalume® possui boa resistência à abrasão devido a sua dureza superficial.

- Galvalume® garante uma boa aderência à tinta.

- Telhas e painéis em Galvalume® devem evitar a exposição a ambientes alcalinos e ao cimento úmido.

- A proteção superficial com resina acrílica permite a aplicação direta de pintura, desde que haja compatibilidade da tinta com a resina. Já a proteção com oleamento é utilizada para os processos onde o óleo será removido antes da pintura, como no processo de pré-pintura de bobinas (coil coating).

- Também devem ser evitados ambientes com presença de amônia, como estábulos e granjas.

- Evitar o uso em ambientes fechados com piscinas.



revestimento com liga zinco-alumínio-magnésio

O revestimento com liga zinco-alumínio-magnésio, também aplicado por processo de imersão a quente, oferece maior resistência à corrosão em ambientes agressivos, com melhor comportamento nas bordas não revestidas e perfurações.

O melhor desempenho à corrosão do revestimento zinco-alumínio- magnésio permite

que ele substitua o revestimento zincado, que demandaria uma alta espessura de revestimento quando utilizado em ambientes agressivos - por uma espessura de revestimento reduzida.

Como aspecto superficial, esse revestimento possui aspecto natural cinza escuro, sem brilho, com acabamento superficial em cristais minimizados.

O revestimento liga zinco-alumínio-magnésio é estabelecido pela norma ABNT NBR 16990.

A especificação compreende dois tipos de revestimento com composições distintas: classe 1 - de média resistência à corrosão com mínimo de 1% de alumínio e 1% de magnésio e o restante em zinco; e a classe 2 - de alta resistência à corrosão com mínimo de 2% de alumínio e 2% de magnésio e o restante em zinco.

Para uso em telhas e painéis, a massa mínima de revestimento para aplicações com ou sem pintura é de 120 g/m² - designado ZM 120. A massa de revestimento de 120 g/m² (em ambas as faces) corresponde a uma espessura de revestimento de aproximadamente 9 µm por face.

- Graças a presença de magnésio na liga, cria-se uma camada estável e durável na superfície, contribuindo para melhorar a proteção das bordas cortadas para a aplicação em atmosferas mais severas como ambientes costeiros.

- O revestimento com liga zinco-alumínio-magnésio apresenta boa resistência a ambientes com amônia e ambientes alcalinos como aqueles com presença de cimento, embora deva se tomar cuidado para que o cimento não risque a superfície da telha.

tabela resumo dos tipos de revestimentos

A Tabela 1 resume os tipos de revestimentos possíveis para telhas e painéis, suas designações, suas massas de revestimentos mínimos, suas espessuras de revestimento e as normas que os estabelecem.



Segundo a norma ABNT NBR 14513:2022, o revestimento zincado traz duas diferentes especificações quanto à massa mínima de revestimento para utilização com ou sem pintura.

Quanto aos revestimentos Galvalume® e zinco-alumínio-magnésio a norma estabelece uma única massa mínima de revestimento independentemente de receberem ou não pintura.

Tabela 1 – Tipos de Revestimentos

Tipos de Revestimento	Denominação do revestimento	Massa mínima de revestimento ¹ g/m ²	Espessura de Revestimento (µm por face)	Normas Brasileiras
Zincado (utilização sem pintura)	Z275	275	20	ABNT NBR 7008
Zincado (utilização com pintura)	Z225	225	16	
Alumínio-zinco Galvalume®	AZ150	150	20	ABNT NBR 15578
Zinco-alumínio-magnésio	ZM 120	120	9	ABNT NBR 16990

¹ Massa depositada em ambas as faces da chapa em g/m² (média do ensaio triplo).

proteção superficial

A proteção superficial dos aços revestidos é aplicada na linha contínua de imersão a quente na indústria siderúrgica. Sua aplicação é para proteger o aço durante o transporte e armazenamento, sendo uma proteção temporária.

As chapas revestidas recebem diferentes tipos de proteção superficial, tais como: oleamento; cromatização – também chamada de tratamento químico; ou resina acrílica, cuja aplicação é exclusiva para o Galvalume®.

A resina acrílica, além da proteção à corrosão, protege a chapa contra marcas de manuseio (*anti-fingerprint*) e colabora na redução da fricção entre o aço e as ferramentas de conformação, funcionando como um lubrificante a seco.

O oleamento é utilizado quando a chapa for destinada a produtos que serão pintados e deve ser adequadamente removido antes da pintura, para que não ocorram problemas de aderência da tinta.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Os aços inoxidáveis apresentam pelo menos 10,5% de cromo, menos de 1,2% de carbono e outros elementos de liga. A resistência à corrosão e as propriedades mecânicas do aço inoxidável podem ser melhoradas com a adição de outros elementos, como níquel, molibdênio, titânio, nióbio, manganês, etc.

Em contato com o oxigênio, uma camada de óxido de cromo, denominada filme passivo, é formada na superfície do material. Esse filme passivo protege a superfície do aço inoxidável e tem a capacidade única de autorreparação, o que determina as características excepcionais de resistência à corrosão.

A norma ABNT NBR 14513: 2022 estabelece as qualidades de aços inoxidáveis para serem utilizados em telhas e painéis.



CORROSÃO GALVÂNICA

A corrosão galvânica pode ocorrer quando dois metais, com potenciais galvânicos muito diferentes, estão em contato eletricamente (diretamente ou parafusados, rebitados, etc.), formando um par galvânico. Neste caso, o metal mais anódico (menos nobre) é atacado na presença de umidade (eletrólito), que é o meio corrosivo, pelo metal mais nobre.

Na corrosão galvânica, a relação entre as áreas anódicas e catódicas é muito importante: quando metais diferentes estão em contato, certifique-se de que o metal menos nobre (ânodo) tem uma área de superfície muito maior do que o

metal mais nobre (cátodo). Como exemplo, na combinação de metais, os parafusos utilizados devem ser sempre de metais ou ligas mais nobres, de modo que a superfície catódica seja pequena.

A série galvânica, Tabela 2, demonstra que o metal mais nobre (mais baixo na série galvânica) induzirá a corrosão dos menos nobres (mais altos na série). Como o alumínio, o zinco e o magnésio são altos na série galvânica; geralmente são os metais que sofrem a corrosão para proteger o aço.

Tabela 2 – Série Galvânica

Série Galvânica		
Anódico	Magnésio	Menos Nobres
	Zinco	
	Alumínio	
	Aço carbono	
	Ferro fundido	
	Chumbo	
	Estanho	
Catódico	Latão	Mais Nobres
	Cobre	
	Bronze	
	Níquel (passivo)	
	Aço Inox 304 (passivo)	
	Aço Inox 316 (passivo)	
	Grafite	

- Para evitar a corrosão galvânica, a separação dos metais pode ser feita por meio de componentes isolantes confeccionados em borracha sintética, PTFE, Nylon ou outro material não poroso adequado a ligação. Pode-se, alternativamente, encapsular o par galvânico com massa epoxídica (produzida pelos fabricantes de tintas) ou ainda por meio de um bom sistema de pintura.

- Recomenda-se especial atenção à corrosão galvânica em ambientes atmosféricos classificados como de alta agressividade, industriais ou marinhos (C5-I e C5-M, segundo a norma ISO 9223) e os ambientes internos de piscinas cobertas.

RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA TELHAS DE AÇO

- Evitar o contato de madeira verde ou tratada com as de telhas de aço. No caso da madeira tratada, os produtos químicos utilizados no tratamento da madeira frequentemente trazem altas concentrações de cobre, sais e outros elementos corrosivos. Quando essas madeiras se molham, estes corrosivos podem se dissolver e corroer as telhas.

- Evitar o contato das telhas com os suportes de aço não-revestidos ou sem pintura.

- Telhas e painéis devem evitar contato direto com metais como cobre e chumbo, até mesmo, com águas oriundas de componentes que contenham esses metais.



Capítulo

REVESTIMENTOS ORGÂNICOS DA CHAPA

A pintura da chapa com revestimentos orgânicos vem reforçar a proteção dos revestimentos metálicos aplicados pelas usinas siderúrgicas. Longe de ser apenas um recurso estético a dar cor às telhas e painéis, uma boa pintura significa uma barreira efetiva a mais entre o aço e a agressividade do meio ambiente.





Telhas e painéis podem receber pintura por meio de dois processos: a pré-pintura e a pós-pintura. No primeiro caso, a aplicação do revestimento orgânico pintado é feita sobre a chapa de aço

ainda sob a forma de bobina (pré-pintura); no segundo caso, ele é aplicado sobre o produto já em sua forma final (pós-pintura).



PRÉ-PINTURA

O termo pré-pintura deriva do conceito de se ter a chapa previamente pintada antes dela vir a ser conformada. Uma chapa de aço pré-pintada, observadas as especificações e procedimentos corretos, pode ser cortada, furada, dobrada ou estampada. Telhas, painéis, rufos e arremates podem, então, ser fabricados a partir de chapas de aço que já estão com seu acabamento e cores definitivos. A diversidade de sistemas orgânicos pré-pintados procura atender às

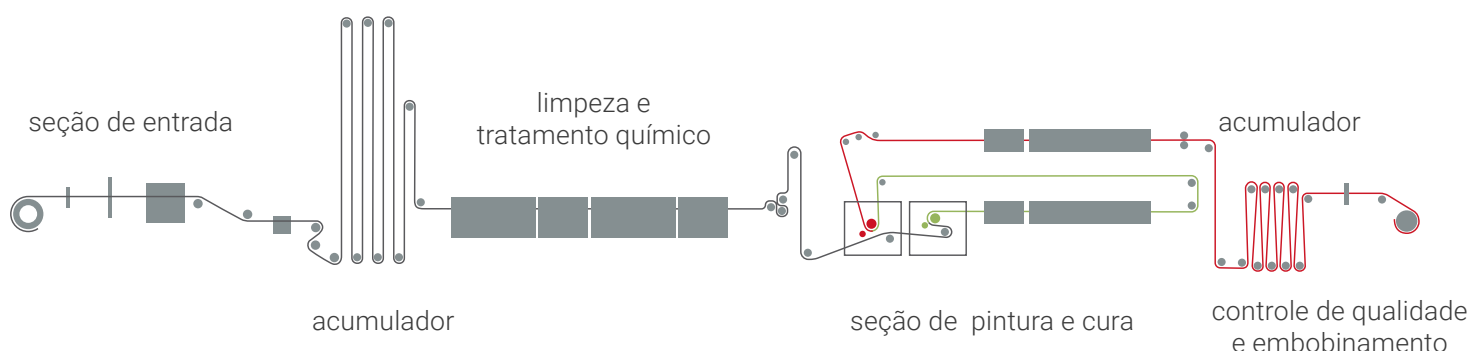
diferentes condições ambientais e de projeto exigidas pelo mercado de coberturas e fachadas.

A precisão e controles sobre todas as etapas de produção, além da alta produtividade, tornaram o sistema de pré-pintura, também conhecido como sistema *Coil Coating*, em um padrão para a aplicação de revestimentos orgânicos em chapas de aço destinadas ao mercado de telhas metálicas.

processo

Uma linha contínua de pré-pintura é um equipamento automatizado, com comprimento de 100 metros ou mais, e na sua seção de entrada são acopladas as bobinas com revestimento metálico que serão pré-pintadas.

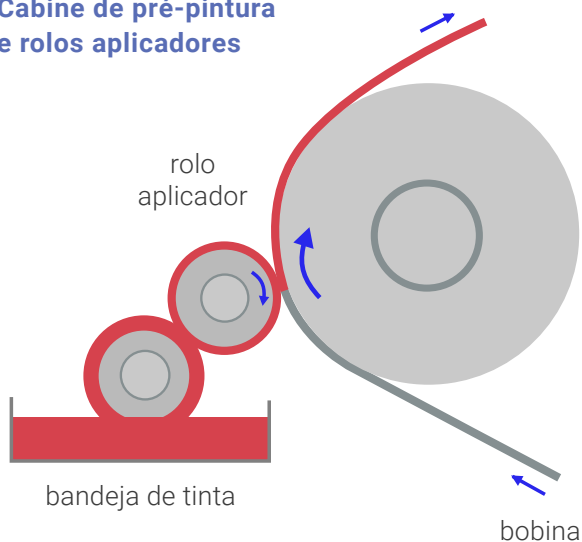
Um acumulador de entrada permite imobilizar o final da bobina que está em processamento para se fazer a sua união com o início da nova bobina, sem que seja necessário interromper o funcionamento da linha.



Na sequência, a chapa entra na seção de limpeza e tratamento, onde ela passa por estágios de lavagem com detergentes alcalinos, limpeza com escovas rotativas e tratamento químico para o preparo da superfície do aço para pintura, considerando o tipo de revestimento metálico da chapa e as condições de uso do produto. A limpeza e o tratamento prévios são fundamentais para assegurar a aderência da tinta e com isso a

qualidade e vida útil das telhas. Um diferencial das linhas de pré-pintura é que nelas a limpeza, o tratamento e a pintura são aplicados nas bobinas, isto é, com a chapa de aço ainda plana, o que assegura a eficiência, efetividade e qualidade desses procedimentos.

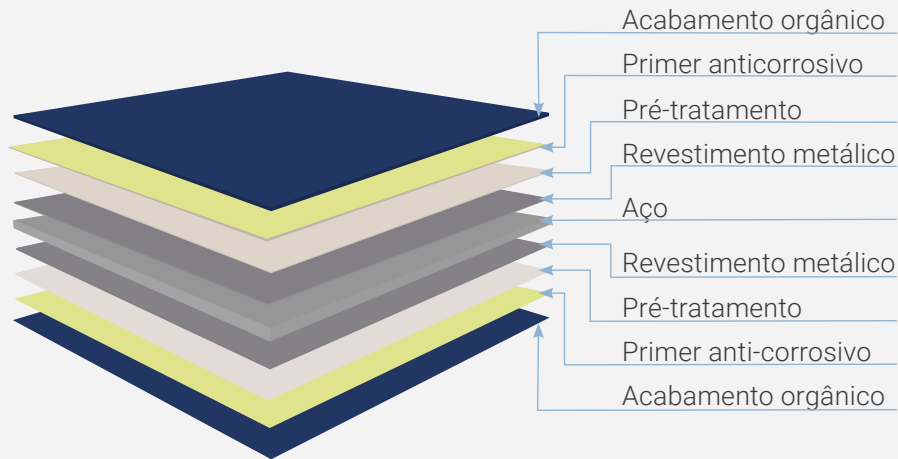
Cabine de pré-pintura e rolos aplicadores



Depois de limpa e tratada, a bobina passa pela primeira cabine de pintura, onde rolos de alta precisão em ambos os lados da chapa aplicam uma base promotora de aderência – normalmente um primer epóxi anticorrosivo – cuja camada pode variar entre 5 e 30 micrômetros de espessura. A seguir, o primer é curado em uma estufa com temperaturas da ordem de 200 °C e depois de resfriada, a chapa segue para a segunda cabine de pré-pintura. Nela o acabamento é aplicado, também com rolos especiais, e as camadas podem variar entre 10 e 30 micrometros. A pintura de acabamento é curada em uma segunda estufa. Na seção de saída a chapa é rebobinada e cortada de acordo com o peso programado para os produtos a que dará origem.

Controles para aferição das especificações e da qualidade são exercidos ao longo de todo o processo e em retenções de chapas submetidas a laboratório, onde parâmetros como brilho, cura, dureza, flexibilidade, entre diversos outros,

são avaliados. Uma vez que telhas, pela sua natureza, vão ficar permanentemente expostas ao ambiente externo, em particular ao sol, as tintas utilizadas devem preencher requisitos de resistência, em especial quanto à radiação solar.



tipos de resina

As resinas de poliéster, poliéster siliconizado, poliuretano e fluoreto de polivinilideno (PVDF) são escolhidas em função do ambiente no qual a telha será usada.

filme protetivo

Por opção do cliente, a chapa pode receber um [filme removível](#) de polietileno para proteção durante as fases de transporte, manuseio e montagem das futuras telhas e painéis.

Para citar dois exemplos, a pintura pode atender a necessidade de maior estabilidade das cores à radiação solar em fachadas arquiteturais ou de um menor custo, como em coberturas de aviários.

VERSATILIDADE

- Cada lado da chapa pode ser pré-pintado com diferentes especificações de resina, espessuras de tinta e cores, atendendo às necessidades de adaptação ao meio-ambiente e gerando economias.

CORES ESPECIAIS

- As tintas, em sistemas pré-pintados voltados para a construção civil, fazem uso de resinas e pigmentos específicos, por este motivo, algumas tonalidades podem sofrer restrições por parte dos fornecedores. Consulte o fabricante em casos de projetos que possam vir a usar cores especiais, fora das opções já consagradas pelo uso.

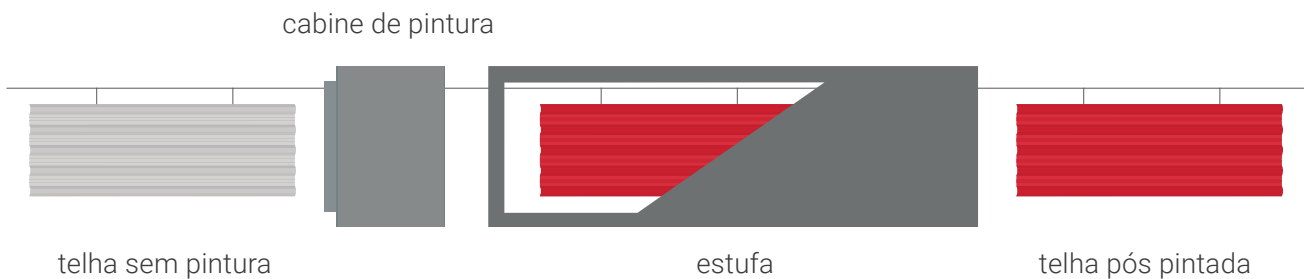
PÓS-PINTURA

Neste sistema, a pintura das telhas é feita após a sua fabricação, com a chapa de aço já conformada em telhas ou em arremates.

processo

As peças passam por um tratamento prévio de limpeza mecânica e química para remover impurezas superficiais, resíduos provenientes da fabricação ou tratamentos aplicados pelas usinas siderúrgicas para a proteção da chapa antes que ela seja pintada. A superfície também é tratada quimicamente para torná-la adequada à pintura através de passivação e, normalmente, fosfatização, ambas objetivando garantir a boa ancoragem da tinta na superfície metálica.

Em seguida, um transportador com velocidade regulável, conforme as especificações previstas para o acabamento, leva as telhas para a cabine de pintura eletrostática a pó, onde a tinta recebe uma carga elétrica oposta à da chapa de aço. A tinta em pó pulverizada na cabine de pintura é atraída para a superfície da chapa, revestindo-a totalmente. Em seguida, a telha vai para uma estufa onde a tinta a pó é fundida, formando uma película uniforme e consistente sobre a chapa de aço.



tipos de resina

Os acabamentos são à base de poliéster, epóxi ou híbridos e as camadas variam entre 40 e 50 micrômetros.

Ambas as faces da telha podem ser pós-pintadas desde que com a mesma especificação de resina orgânica e de cor, sendo que, opcionalmente, a pintura pode ser aplicada em apenas uma das faces da telha.



RECOMENDAÇÕES

pintura no canteiro de obra

Um canteiro de obras não pode contar com todos os cuidados, controles e técnica presentes em uma linha de pintura industrial; muitas vezes, nem mesmo a tinta será a mais adequada para uso externo. Por essa razão, destacamentos de tinta, surgimento de bolhas e descoloração rápida são problemas relativamente frequentes quando a pintura de telhas é feita de forma improvisada.

Não é recomendável utilizar telhas apenas com revestimento metálico (sem pintura) para depois se fazer a sua pintura na obra ou em uma oficina. A chapa de aço dessas telhas recebeu um [tratamento na usina siderúrgica](#) para ser usada em telhas não pintadas, não sendo, portanto, adequada para receber pintura posteriormente.



Capítulo

TIPOS DE TELHAS

As telhas e os painéis sanduíche se tornaram a solução mais utilizada em edificações industriais e comerciais, tanto em coberturas como em fechamentos laterais, graças à diversidade de suas geometrias, acabamentos e à flexibilidade de uso.



TELHAS SIMPLES

Telha simples é a expressão usual do mercado de coberturas metálicas para designar telhas compostas por uma única chapa de aço, normalmente com perfil ondulado ou trapezoidal, e que não possuem isolamento termoacústico. Fabricadas exclusivamente a partir de bobinas de aço revestido e, em sua maioria, com a largura de chapa de 1.200 mm, um padrão que se estabeleceu no mercado brasileiro.

São normatizadas pela ABNT NBR 14513:2022, que estabelece os requisitos de altura de onda

(18 mm) e largura útil (985 mm) para telhas onduladas. Para as telhas trapezoidais com altura nominal de 40 mm, estabelece altura de 37 mm e 980 mm de largura útil. Além disso, ela normatiza as tolerâncias dimensionais destas telhas e de perfis com geometria trapezoidal com alturas diferentes dos 40 mm nominais. Estabelece igualmente requisitos quanto ao aço, [tipo de revestimento metálico](#) e suas camadas, espessuras nominais da chapa e suas tolerâncias, e os procedimentos de inspeção e ensaios.

fabricação de telhas simples

A fabricação de telhas e painéis de aço é feita em lotes programados com antecedência, uma vez que um mesmo equipamento de produção compartilha os diferentes ferramentais usados em cada tipo de telha e de painel termoacústico. Como esses ferramentais precisam ser trocados e ajustados a cada mudança de produto, os fabricantes costumam definir também lotes mínimos de encomenda, além de datas alternadas para a fabricação das diversas opções de telhas e painéis ofertados.

As telhas metálicas são produzidas por perfilação, processo no qual uma chapa de aço plana é gradualmente corrugada em um equipamento contínuo chamado perfiladeira. Na seção de entrada da perfiladeira o aço é desbobinado e segue para a seção de corte, onde a bobina é cortada em chapas com os

comprimentos das telhas que serão fabricadas. As chapas continuam por esteira até a seção de perfilação, onde passam por uma sequência de diferentes pares de roletes de aço, um superior e um inferior, que vão moldando o aço no perfil da telha desejada.





O ferramental é projetado para que a conformação da chapa não agrida nem o aço, nem os seus revestimentos metálico e pré-pintado.

Alguns perfis e produtos especiais podem ser fabricados por perfilação, dobragem, estampagem ou qualquer combinação entre eles.

A flexibilidade da pré-pintura torna possível a fabricação de telhas a partir de chapas já com seu acabamento e cores definitivos.

- A qualidade de uma telha depende também da qualidade do equipamento de perfilação. Um número maior de duplas de roletes perfiladores vai conformar o aço de maneira mais gradual, submetendo a chapa a menos tensões durante a fabricação, melhorando a qualidade geométrica e estética da telha.

- Os fabricantes de telhas pré-pintadas costumam manter em estoque bobinas de aço pré-pintado com as opções de cores, espessuras de chapa e tipos de acabamento mais solicitados pelo mercado. Cores especiais ou combinações de cor, acabamento por face e tipo de resina, podem ser encomendadas a partir de lotes mínimos. Consultar fornecedores.

- A chapa das telhas, painéis e arremates pintados pode estar protegida por um filme removível de polietileno por determinação do cliente ou opção do fornecedor. Ele é útil para evitar danos na pré-pintura durante as fases de transporte, manuseio e montagem dos materiais, porém é imprescindível que ele seja [removido no prazo adequado](#).

tipos de perfis

A diversidade de perfis disponíveis vai além da simples opção entre telha ondulada ou trapezoidal, uma vez que nesta última categoria pode-se encontrar telhas com diversas alturas

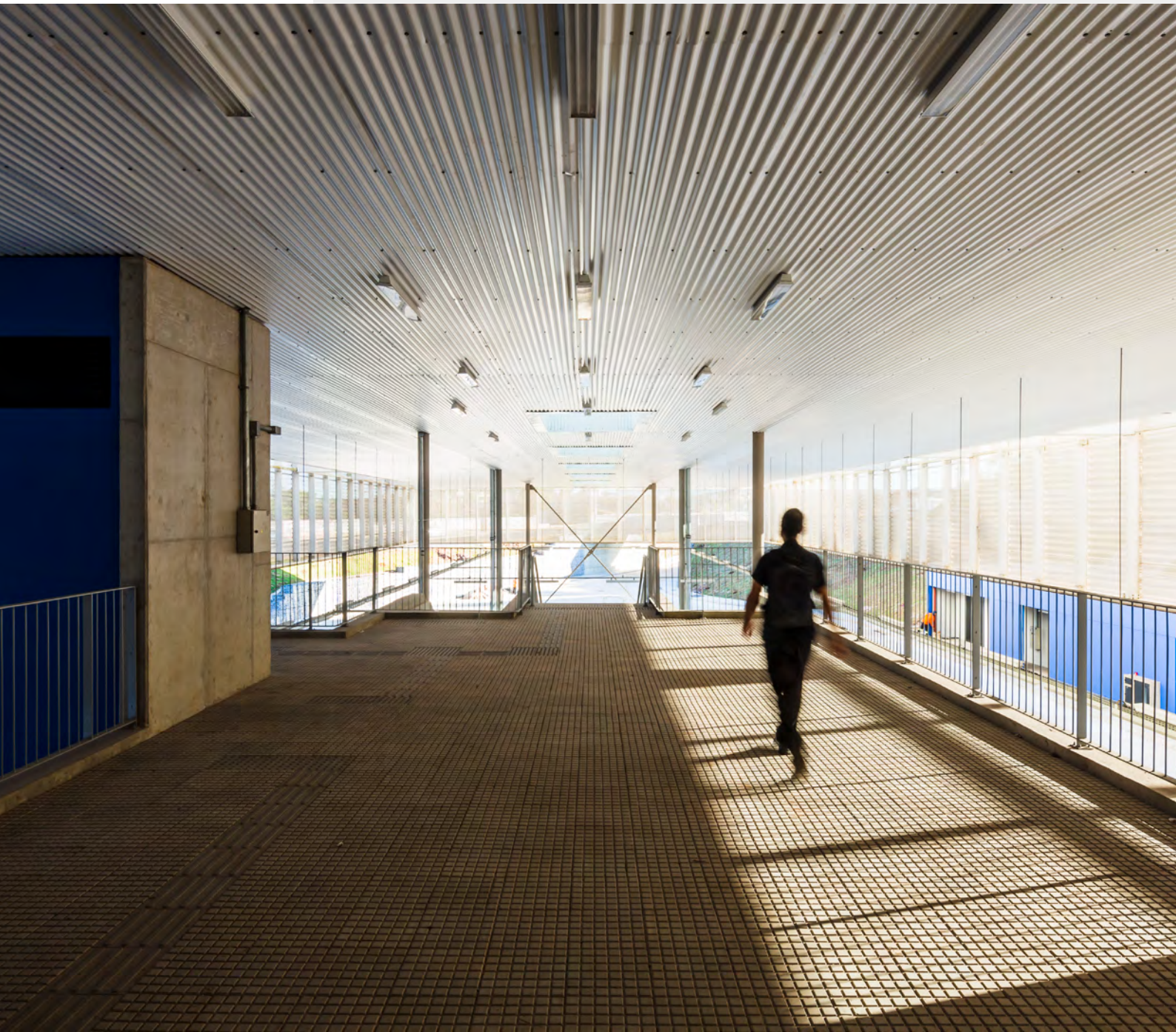
de onda, distância entre elas e larguras de canal. A variação na geometria das telhas, ofertada pelos fabricantes, proporciona diferentes oportunidades estéticas e de engenharia.

- Diferentes geometrias de telhas resultam em diferentes percepções visuais quando usadas em fachadas, cada perfil acentuando de maneira diferente os diversos planos de luz e sombra formados por suas superfícies corrugadas.

- Perfis com ondas mais altas ou com mais ondas do que outro perfil de mesma altura, tendem a ser mais resistentes, suportando sobrecargas e vãos entre apoios relativamente maiores, economizando linhas de terças de apoio.

- Como a maioria das telhas é fabricada a partir de uma mesma largura de bobina (1.200 mm), variações na quantidade de ondas e na altura delas, implica na variação da largura útil da telha (largura que ela efetivamente vai cobrir depois de montada). Telhas com ondas mais baixas ou com um menor número delas tendem a ser mais econômicas, uma vez que a largura útil resultante costuma ser maior.

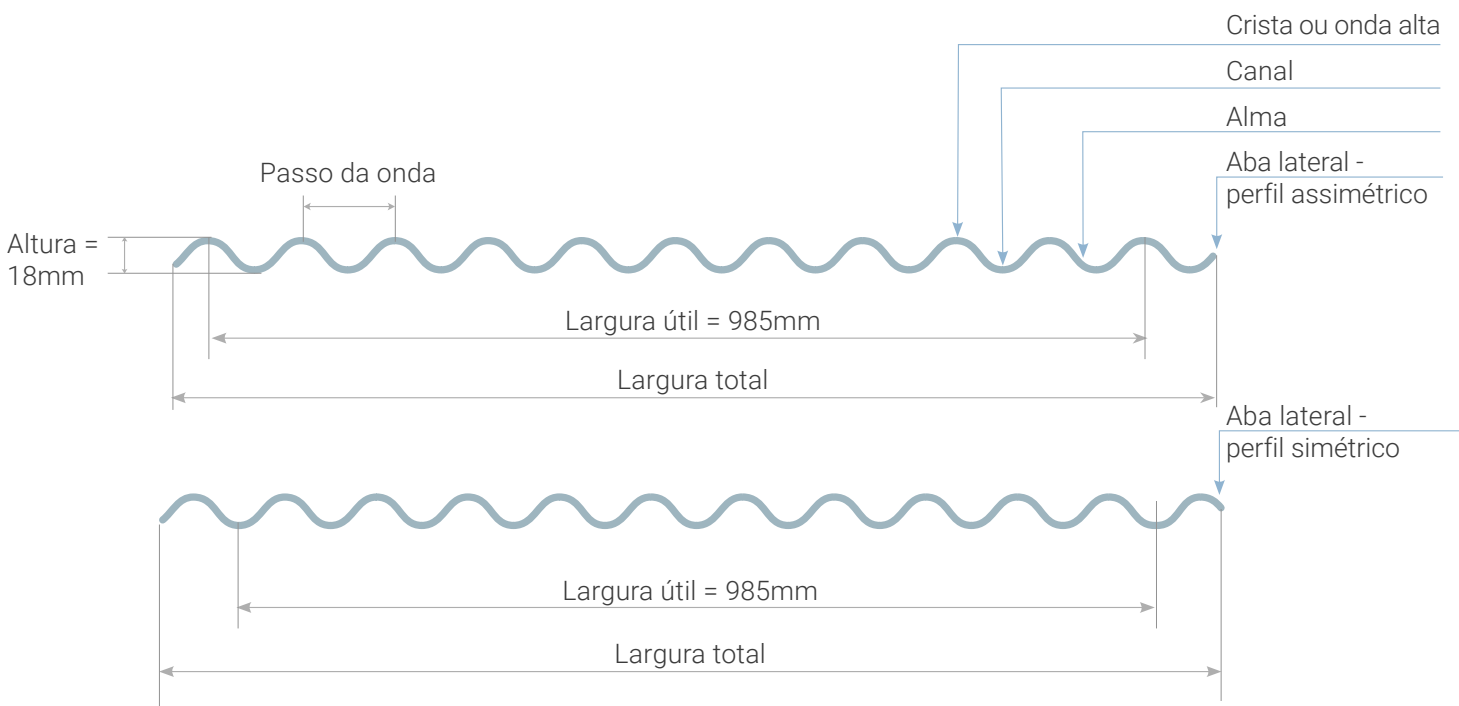
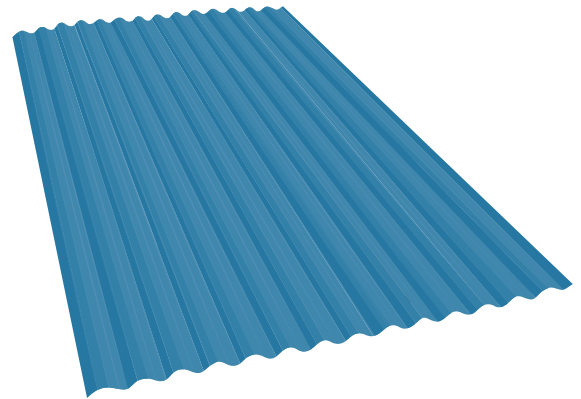
telhas simples onduladas





As telhas onduladas possuem uma seção transversal formada por uma sequência de ondas senoidais e não apresentam trechos planos de chapa.

Por norma, elas devem ter uma altura de 18 mm e uma largura útil de 985 mm, havendo duas possibilidades para o posicionamento das abas das ondas extremas.



A baixa altura das telhas onduladas com 18 mm dá a elas características específicas de aplicação (consultar projetista/fabricante):

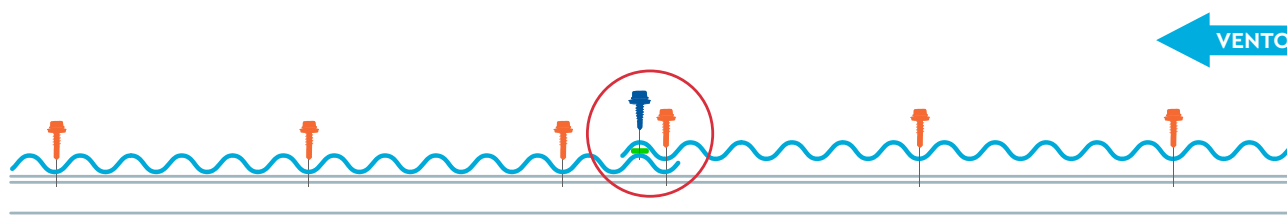
- Os canais para escoamento da chuva, por serem menores, suportam um volume também menor de água do que o das telhas trapezoidais. São telhas para coberturas com menor extensão cumeeira-beiral ou que tenham inclinação acentuada.

- Sua maior flexibilidade mecânica requer uma menor distância entre os apoios, por outro lado, isso as torna ideais para uso em coberturas em arco pela facilidade para acomodá-las à sua curvatura, ajudando o trabalho dos montadores. Consultar limites de raio mínimo do arco e espessura de chapa de aço a ser utilizada na telha.

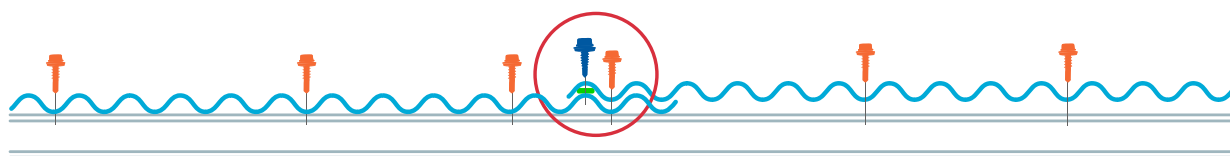
- Elas podem compor fachadas interessantes quando instaladas no sentido horizontal, particularmente quando se tira partido do amplo leque de tonalidades oferecidas pelos acabamentos pintados, estando presentes em projetos diferenciados de edifícios comerciais e residências.



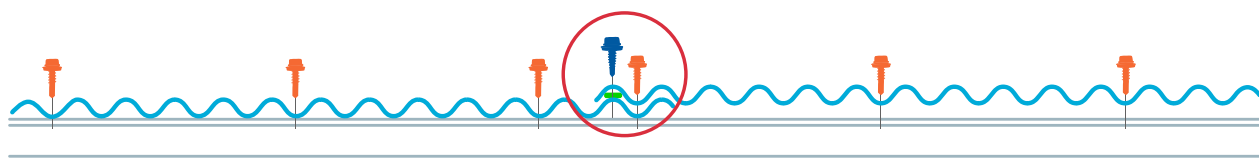
- É recomendável usar recobrimento lateral duplo, usando duas ondas da telha para fazer a sobreposição, sempre que o caimento for menor do que 10% ou a cobertura for em arco. O uso de fita de vedação é recomendável em qualquer situação.






Sobreposição simples para telha ondulada assimétrica

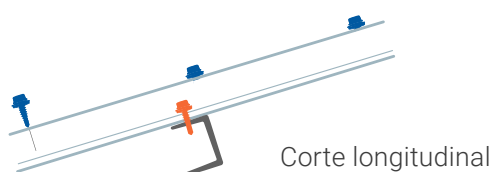


Sobreposição dupla para telha ondulada assimétrica



Sobreposição dupla para telha ondulada simétrica

-  Parafusos de apoio
-  Parafusos de costura
-  Fita de vedação



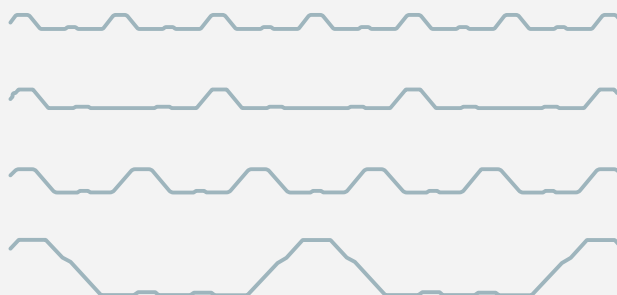
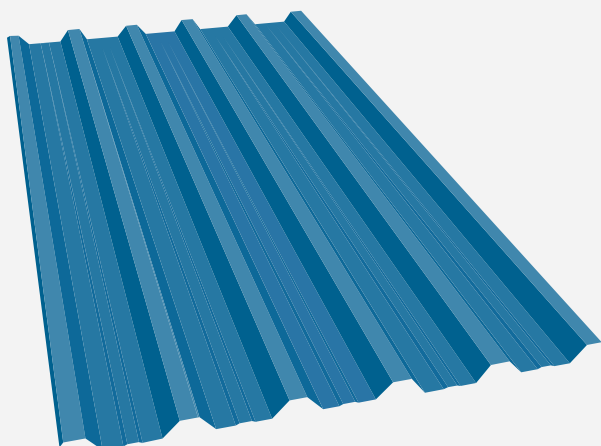
telhas simples trapezoidais

As telhas simples trapezoidais possuem seção transversal composta por uma sequência de trapézios que formam as suas ondas e canais, sempre em segmentos planos de chapa. Sua

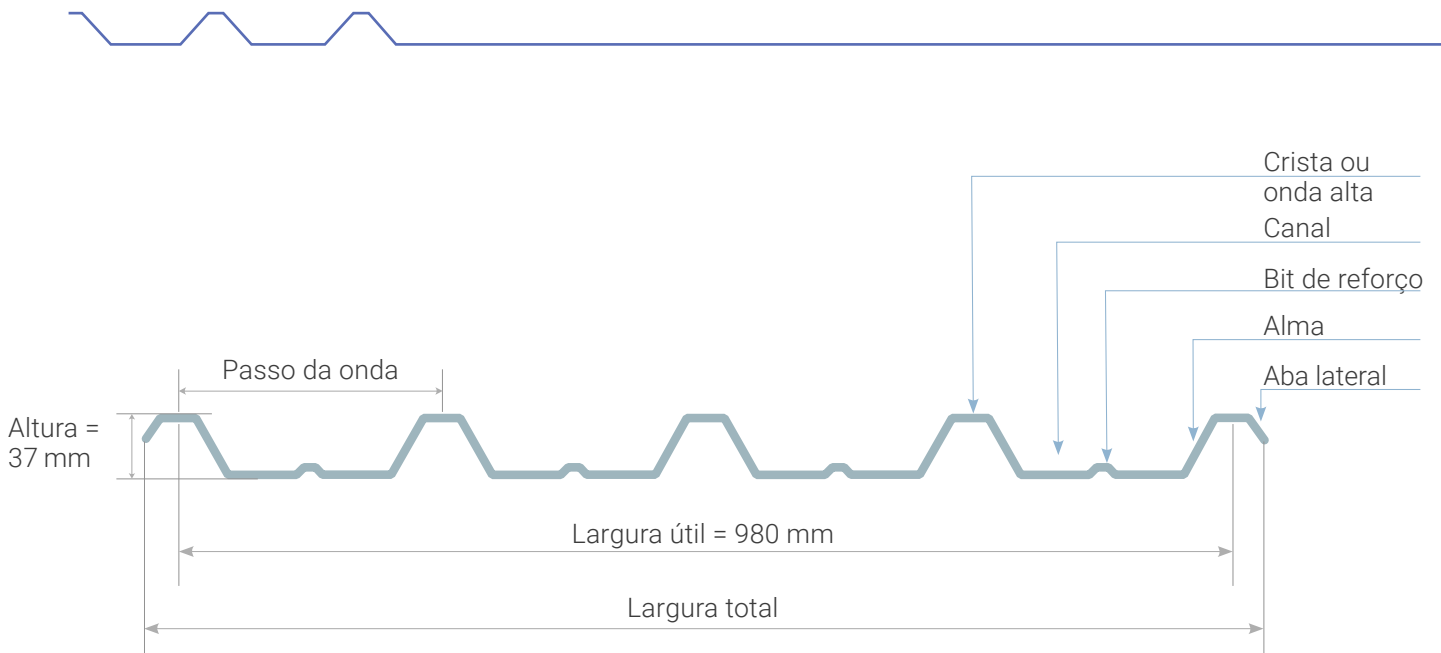
versatilidade vem da diversidade de perfis disponíveis, com alturas variando entre 25 mm e 120 mm, com geometrias particulares a cada fabricante.



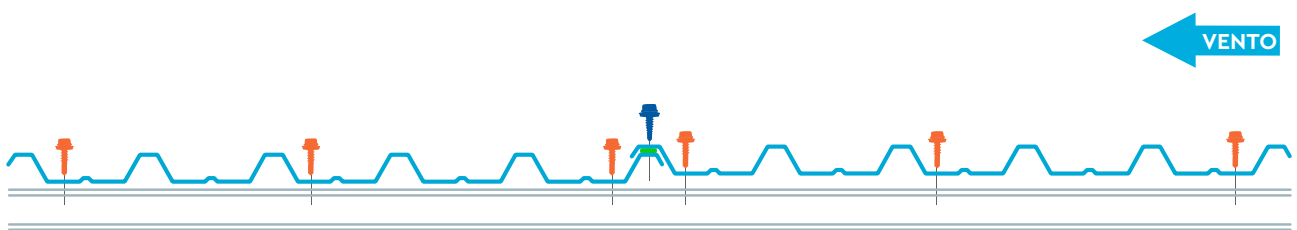
São amplamente empregadas em edificações industriais e comerciais, de pequeno ou de grande porte, por sempre haver uma opção de perfil que melhor se adapta às exigências de um projeto, sejam elas técnicas (resistência



ao vento, capacidade de escoamento, vão proporcionado pela estrutura da cobertura) ou arquitetônicas (aspecto final da superfície externa da edificação, composição com outros elementos de uma fachada, montagem vertical, horizontal ou diagonal).

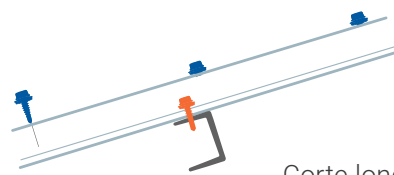


- A telha com altura nominal 40, em realidade, possui 37 mm de altura efetiva e 980 mm de largura útil, segundo a norma ABNT NBR 14513:2022.



Corte transversal

- ↑ Parafusos de apoio
- ↑ Parafusos de costura
- Fita de vedação



Corte longitudinal

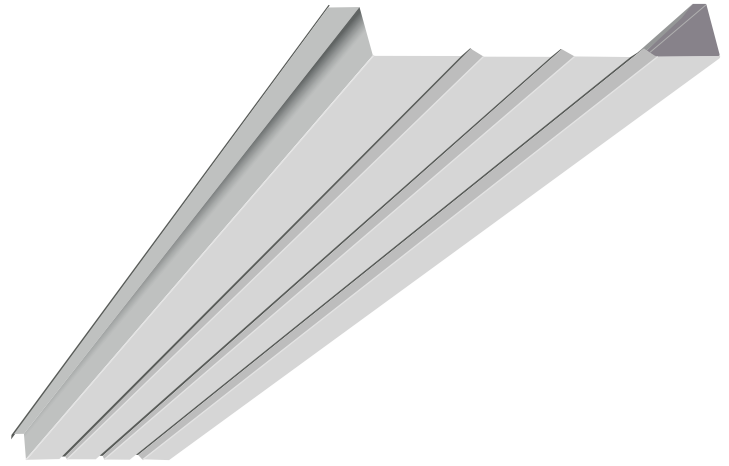
- Sob consulta ao fabricante, algumas telhas trapezoidais podem ser usadas invertidas em fechamentos laterais, com o fundo do perfil voltado para o lado externo da obra, oferecendo ao arquiteto uma segunda possibilidade estética para trabalhar uma fachada.

- Os perfis com alturas a partir de 100 mm têm aplicação em coberturas mais extensas em função do canal de escoamento mais alto e largo. Consulte projetista/fabricante sobre possibilidades e condições de uso.

telhas e bandejas para sub-coberturas

Telhas de aço podem ser utilizadas como base, ou sub-cobertura, para sistemas compostos por outros elementos, tais como isolantes termoacústicos, mantas sintéticas ou outros perfis metálicos que serão montados sobre elas.

As bandejas para sub-coberturas são uma solução específica para essa necessidade, uma vez que foram projetadas para oferecer algumas vantagens adicionais às telhas:



- Boa resistência mecânica para vencer vãos maiores ou suportar sobrecargas maiores;
- Espaçadores metálicos ou mesmo telhas podem ser fixadas às suas abas superiores quando montados transversalmente à bandeja;
- O espaço amplo e plano da bandeja pode acomodar mais facilmente mantas ou painéis termoacústicos;
- Bandejas de fundo plano, apenas ligeiramente nervurado, e suas laterais na vertical possibilitam, após montadas, uma solução de forro para o interior da edificação.

telhas arqueadas

Telhas arqueadas são curvadas em fábrica segundo as especificações de raio e comprimento solicitadas pelo cliente. São usadas em coberturas em arco com raios de curvatura reduzidos; podem fazer o encontro entre dois planos de telhas que

usem o mesmo perfil, como um canto curvo para dois fechamentos laterais com telhas que se encontrem no sentido horizontal; ou ainda fazer uma transição arqueada entre um telhado e uma fachada que use telhas no sentido vertical.

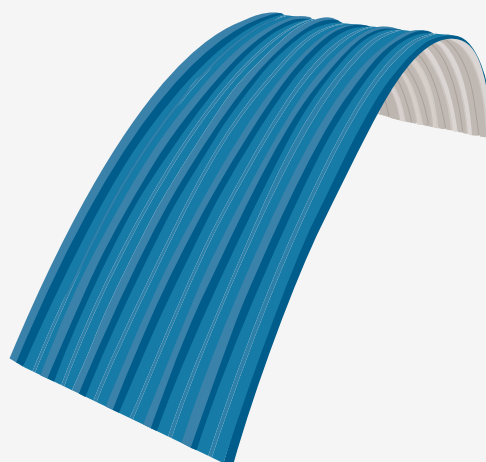
Passarelas e correias transportadoras são apenas duas situações nas quais as telhas arqueadas têm representado uma solução prática, econômica e com qualidade estética. Seus usos e aplicações são amplos na arquitetura, podendo compor soluções com ou sem isolamento termoacústico.

Os comprimentos máximo e mínimo das peças vão depender de limitações impostas por aspectos envolvendo produção, embalagem do produto, manuseio, transporte e montagem na obra. Consultar procedimentos do fornecedor.

telhas curvas calandradas

São produzidas a partir de telhas simples, onduladas ou trapezoidais, arqueadas em uma calandra, onde a curvatura na peça é feita gradualmente a cada passagem por esse equipamento, até ela adquirir o raio desejado.

- O perfil mais utilizado em telhas calandradas é o ondulado, mas há opções com telhas trapezoidais com alturas variando entre 25 e 40 mm.
- O raio mínimo de curvatura depende do perfil e da espessura da chapa. Em telhas onduladas o raio mínimo costuma ser da ordem de 600 mm.



- Telhas calandradas apresentam uma superfície arqueada lisa e uniforme, semelhante à do perfil que lhes deu origem. Não possuem trechos retos, toda a peça é curva.

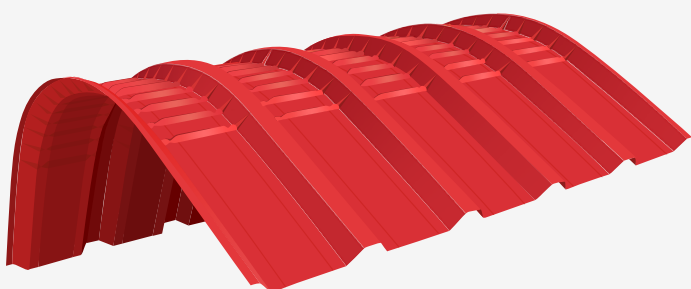


telhas curvas multidobra

A curvatura das telhas multidobra é obtida fazendo-se ligeiras dobras no perfil a intervalos regulares, cada dobra arqueando a peça em alguns graus.

O número de dobras e a distância entre elas é função do raio especificado em projeto.

- O arco de uma telha multidobra é formado por segmentos retos que se alternam ao longo do comprimento da peça com nervuras transversais resultantes da dobragem.



- Telhas multidobra podem combinar trechos curvos e retos. As dimensões, posições e quantidades desses elementos variam dependendo do perfil utilizado e do fabricante.
- Telhas multidobra podem ser encontradas em alturas variando entre 17 e 100 mm, sendo que no primeiro caso, o perfil é ondulado.
- O raio mínimo de curvatura pode chegar a 300 mm. Consultar fabricante.

telhas perfuradas

Telhas perfuradas são usadas na face interna de sistemas termoacústicos especiais, em coberturas ou fechamentos laterais, voltados à absorção sonora do ruído interno de um ambiente, como no caso de ginásios de esportes e auditórios, ou locais que privilegiam o conforto acústico.

As perfurações na chapa também dão ao projetista a possibilidade de manipular favoravelmente a passagem de luz solar através de áreas envidraçadas, promover a ventilação natural em ambientes ou mesmo trabalhar a visibilidade deles a partir do exterior.



Para determinados perfis é possível encomendar o produto com chapa perfurada em padrões previamente testados. As perfurações podem ser feitas em faixas ao longo do canal da telha ou em toda a chapa da peça.

Telhas perfuradas podem ter tanto acabamento natural como pintado. Aço inoxidável é também uma opção disponível mediante consulta.

telhas coloniais

As telhas coloniais de aço trazem para o mercado residencial e comercial a tradição visual da cobertura cerâmica através da modernidade, conveniência e leveza das coberturas metálicas. Um painel de telhas coloniais de aço pode cobrir o equivalente a diversas peças da telha cerâmica convencional similar.

Os modelos variam em relação ao formato da onda, largura e comprimento da telha. Há diversas possibilidades de cores e a inclusão ou não de isolamento térmico com diferentes espessuras.



- As telhas coloniais, por serem mais leves que as similares telhas cerâmicas, podem ser aplicadas em estruturas mais simples e leves (de madeira ou de aço). Sua montagem, a partir de painéis, é em muito simplificada e mais rápida.

TELHAS E PAINÉIS SANDUÍCHE

A cobertura costuma ser a superfície predominante em área e em exposição direta à radiação solar. A passagem de calor através da cobertura, especialmente em um país de clima quente, pode ter impacto significativo na produtividade, na saúde das pessoas e no próprio processo produtivo, afetando equipamentos e a qualidade dos produtos. A ABNT NBR 16373 Telhas e Painéis Termoacústicos normatiza os requisitos de desempenho de telhas e painéis sanduíche.

Diversas soluções para coberturas e fechamentos laterais com isolamentos térmico

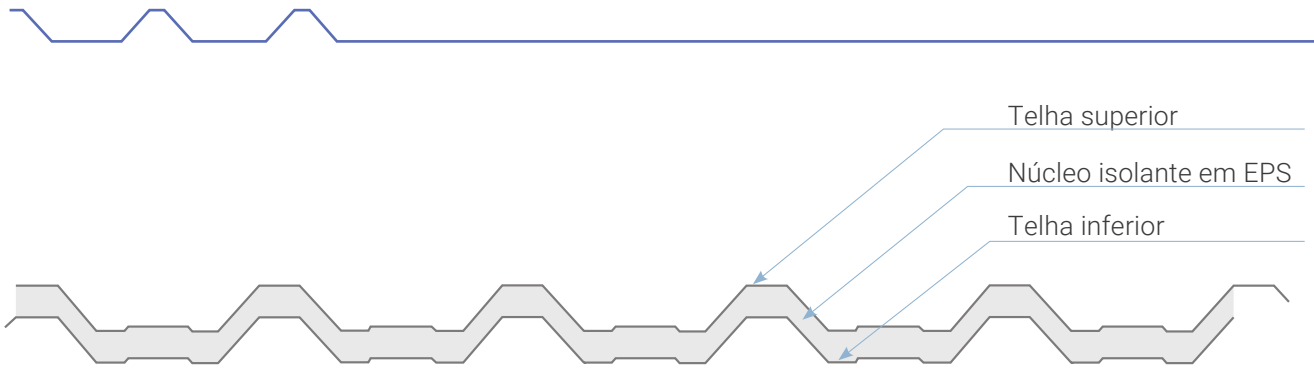
e acústico estão disponíveis. Desde telhas sanduíche de baixo custo para aplicações em galpões de aviários, até sistemas complexos, de alto desempenho termoacústico, para uso em terminais de passageiros de aeroportos, para citar apenas dois exemplos.

O termo telha sanduíche descreve, genericamente, as telhas compostas por duas chapas de aço com um núcleo de material isolante entre elas. A composição pode substituir a telha inferior por uma chapa de aço nervurada ou por um filme de material sintético, normalmente branco ou aluminizado, para aplicações mais econômicas.

telhas e painéis rígidos

São produtos que chegam à obra prontos para serem montados. As chapas de aço e o núcleo isolante formam uma peça única monolítica, uma vez que os isolantes utilizados (poliestireno, poliuretano ou poliisocianurato) são colados ou aderem às chapas durante o processo de produção.

O termo **“telha”** descreve os produtos nos quais a chapa da face externa é uma telha trapezoidal ou ondulada e o termo **“painel”** descreve produtos voltados para uso específico em fachadas, uma vez que ambas as faces são revestidas por uma chapa plana de aço apenas nervurada.

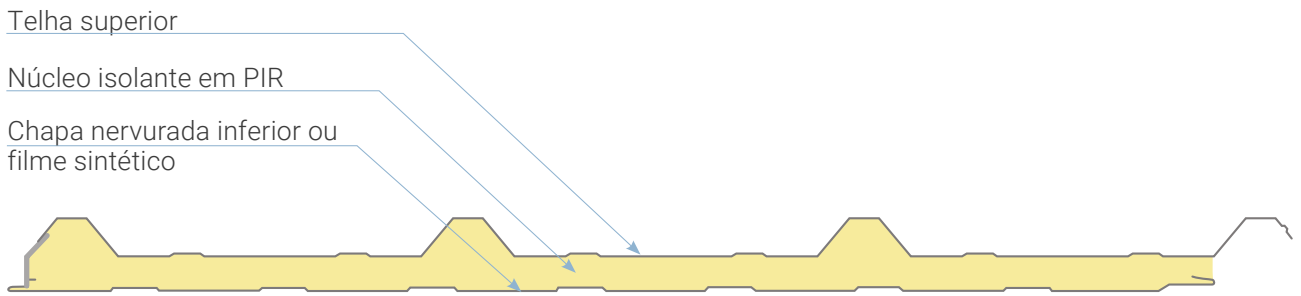


Telha superior

Núcleo isolante em EPS

Telha inferior

Telha sanduíche em EPS com dois perfis trapezoidais (coberturas e fachadas)

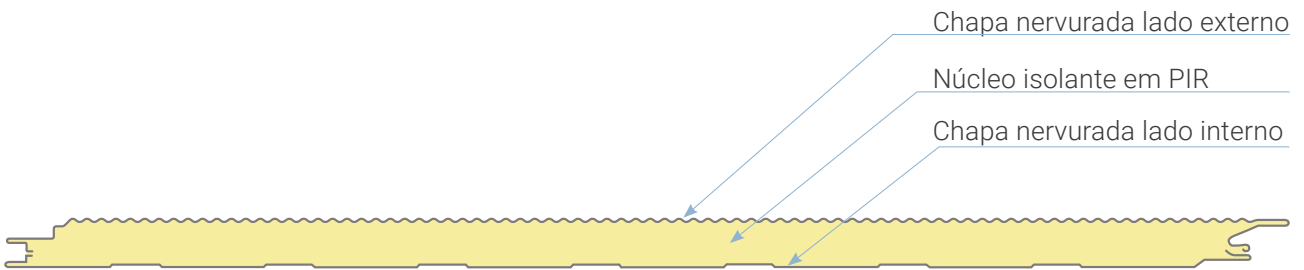


Telha superior

Núcleo isolante em PIR

Chapa nervurada inferior ou
filme sintético

Telha sanduíche em PIR com telha e chapa nervurada (coberturas e fachadas)
ou telha e filme (coberturas)

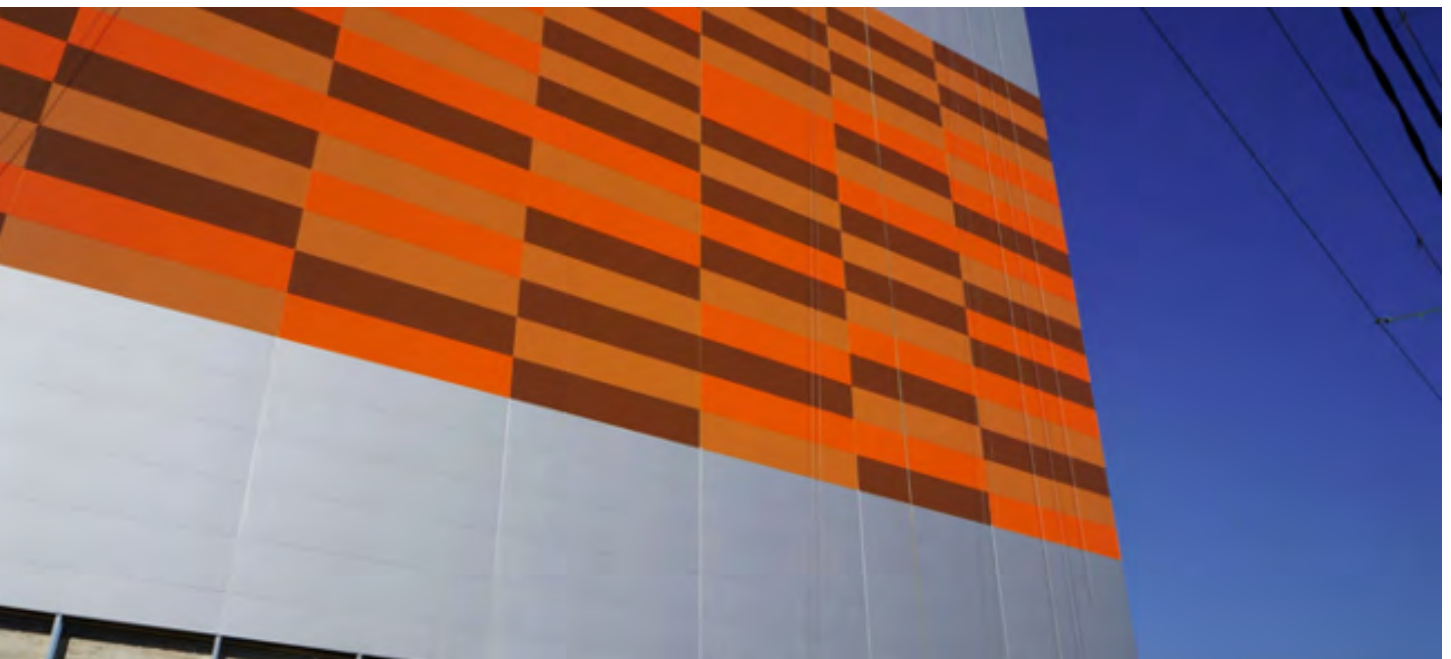


Chapa nervurada lado externo

Núcleo isolante em PIR

Chapa nervurada lado interno

Painel em PIR com chapas nervuradas (fachadas)



sistemas termoacústicos com lã de vidro e lã de rocha

Dada a diversidade na combinação dos componentes desses sistemas, como opções de lãs, suas densidades e espessuras; de itens acessórios como barreiras de vapor e chapas de aço intermediárias para aquisição de massa

acústica; além da opção de se ter a face interna perfurada para absorção sonora, os Sistemas Termoacústicos são tratados no capítulo [Sistemas de Coberturas](#).

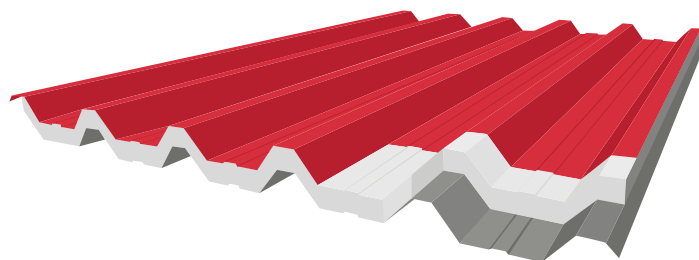
telhas e painéis com poliestireno expandido – EPS

O poliestireno expandido (EPS) é o isolante térmico mais conhecido, pois é encontrado em embalagens e caixas térmicas sob seu nome comercial - isopor. Na construção civil, entre outros usos, ele está presente em diversas soluções para coberturas e fechamentos laterais de aço.

É considerado um material leve, com densidade usual entre 13 e 20 kg/m³, e as telhas e painéis térmicos costumam ter núcleo de EPS com espessuras variando entre 30 e 50 mm (espessuras maiores são encontradas em produtos voltados para uso em câmaras frigoríficas). Seu diferencial é o menor custo comparativamente a telhas com isolamento em poliisocianurato e poliuretano, motivo pelo qual está muito presente na agroindústria.

O coeficiente de condutibilidade térmica do EPS é, em média, de 0,04 W/(m.K), conforme adotado pela ABNT NBR 15220-2.

As telhas e painéis termoisolantes com núcleos rígidos, formando peças monolíticas que já saem de fábrica prontas para uso, podem ser produzidas por métodos diversos. No caso dos produtos com núcleo em EPS, a colagem das placas de isolante nas chapas inferior e superior que vão compor a telha ou o painel sanduíche é a técnica utilizada e pode ser feita manualmente, em linhas descontínuas ou em linhas semi-contínuas.



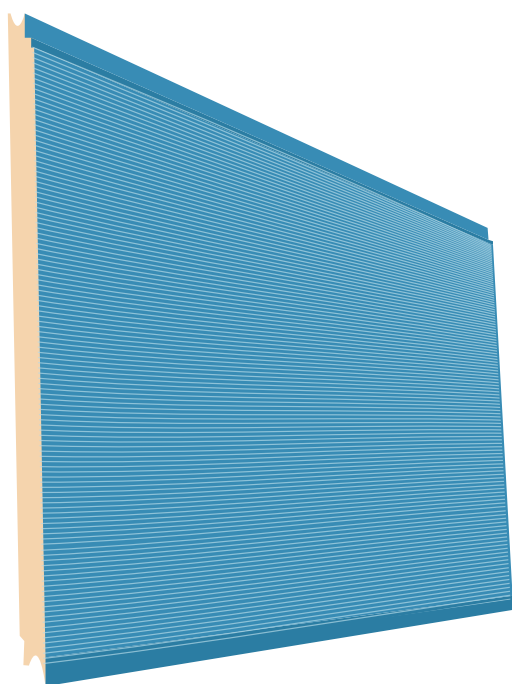
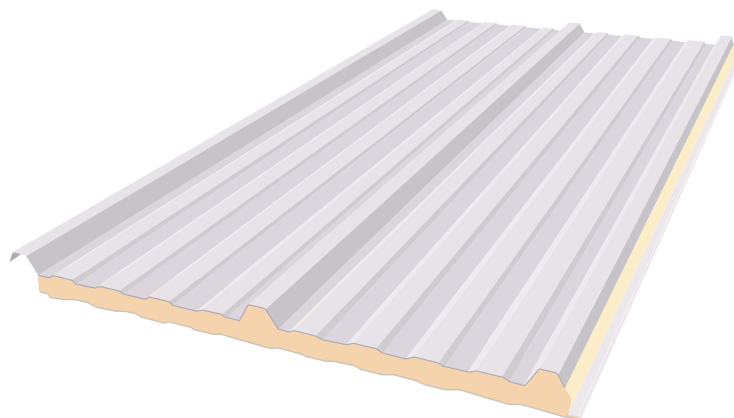
poliisocianurato – PIR e poliuretano – PUR

O poliisocianurato (PIR) e o poliuretano (PUR) são dois isolantes muito semelhantes, sendo o PIR uma evolução do poliuretano, pois tem

melhor desempenho em testes de reação ao fogo, motivo pelo qual a maioria dos fabricantes está migrando para ele.



A densidade pode variar entre 35 e 40 kg/m³, as maiores densidades dando maior resistência mecânica ao respectivo painel ou telha termoacústica. As espessuras de isolamento variam entre 20 e 100 mm para a gama de produtos voltados para coberturas e fechamentos convencionais. Da mesma forma que o EPS, existem opções desenhadas para o mercado do frio, com espessuras maiores.



A sua condutibilidade térmica média, segundo a ABNT NBR 15220-2, é de 0,03 W/(m.K), seu diferencial sendo a maior capacidade isolante comparativamente ao EPS. Telhas e painéis sanduíche em poliisocianurato são fabricados por injeção dessa espuma entre as duas chapas em linhas descontínuas, semi-contínuas e as mais modernas e sofisticadas linhas contínuas. Nestas últimas, as duas chapas são perfiladas na própria linha de injeção e, na sequência, a espuma é injetada entre elas, seguindo para uma prensa aquecida também contínua, onde a espuma expande preenchendo o vazio existente entre as duas chapas e as contenções laterais do equipamento. Ao sair da prensa, a espuma está rígida e aderida às duas chapas e a telha ou painel resultante é então cortado no comprimento do pedido e a peça segue para as seções de empilhamento e embalagem automatizadas.

TABELAS DE SOBRECARGAS

A especificação de uma telha ou painel deve atender a fatores estéticos e técnicos e, no último caso, um dos mais importantes é a capacidade do produto de suportar com segurança as sobrecargas a que estará sujeito ao longo da sua vida útil.

Os fabricantes disponibilizam tabelas de sobrecargas para consulta, de maneira a permitir que a escolha do tipo de produto e a sua resistência mecânica estejam de acordo com as premissas de uso do projeto. Nessas tabelas são fornecidas as sobrecargas em kgf/m² suportadas por uma telha ou painel a partir dos seguintes fatores:

- Tipo de perfil;
- Espessura da chapa de aço empregada no produto;
- Deformação admissível (flecha);
- Vão entre os apoios proporcionado pela estrutura.

A consulta deve ser realizada à tabela específica de cada fabricante, pois embora às vezes similares, telhas e painéis apresentam geometria ligeiramente diversa. Abaixo, modelo de tabela típica, com os parâmetros normalmente informados:

Tabela 3 – Tabela de Vãos e Sobrecargas (modelo)

Tipo de Perfil		Características do Perfil		Espessura da Chapa (mm)														
				0,43	0,50	0,65	0,80	0,95	1,25									
		Peso (kgf/m)*		4,05	4,71	6,12	7,54	8,95	11,78									
		Peso (kgf/m²)		nn	nn	nn	nn	nn	nn									
Flecha L/120	SOBRECARGAS ADMISSÍVEIS (kgf/m²)																	
	2 APOIOS						3 APOIOS						4 APOIOS					
Esp. (mm)	0,43	0,50	0,65	0,80	0,95	1,25	0,43	0,50	0,65	0,80	0,95	1,25	0,43	0,50	0,65	0,80	0,95	1,25
Vão (m)																		
1,40	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
1,60	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
1,80	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
2,00	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
2,20	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
2,40	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	90**	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
2,60	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
2,80		nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
3,00			nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
3,20				nn	nn	nn		nn	nn	nn	nn	nn		nn	nn	nn	nn	nn
3,40					nn	nn		nn	nn	nn	nn	nn			nn	nn	nn	nn

* Peso por metro linear para chapa com 1.200 mm de largura, espessura nominal e peso específico do aço de 7,85 kgf/m³.
 ** As sobrecargas reais são de responsabilidade do fabricante e dependem de cada perfil em particular, o número indicado é apenas ilustrativo.



Em destaque está um exemplo no qual, para um perfil trapezoidal com altura de onda determinada, se buscou a sobrecarga admissível para as seguintes condições:

- A deformação admissível (flecha) será de $L/120$ (onde L é o vão entre apoios);
- A telha estará apoiada e fixada em três apoios;
- A espessura da chapa de aço da telha será 0,50 mm;
- O peso próprio da telha nessa espessura é de 4,71 kgf/m (o peso por m^2 dependerá da largura útil do perfil).

Nestas condições, essa telha hipotética resistiria a uma carga uniformemente distribuída de 90 kgf/m² ou 88,3 daN/m². Diferentes fabricantes podem adotar formas diversas de exibir os dados apresentados e

considerar flechas admissíveis ligeiramente diferentes, fazendo distinção entre as condições de uso do produto, se em uma cobertura ou em um fechamento lateral.

ARREMATES E ESQUEMAS DE FIXAÇÕES

Rufos e arremates são fabricados em prensas dobradeira, onde as diversas abas da peça são formadas fazendo-se dobras sucessivas na chapa de aço. A exceção são as cumeeiras perfil, peças que arrematam o encontro superior de dois planos de telhado e que recebem esse nome por terem o mesmo perfil da telha no qual devem se encaixar. Elas são perfiladas e depois dobradas no ângulo que terá o telhado.



- Os diversos arremates necessários a qualquer obra de cobertura ou de fachada são parte integrante de um todo e não devem ser menosprezados como itens secundários. A sua importância não está somente em serem itens de acabamento, mas antes disso, são componentes fundamentais para a estanqueidade da cobertura e mesmo de um fechamento lateral.

- Rufos e arremates fazem o encontro entre diferentes planos de telhado ou de fachadas, em locais onde telhas e painéis não podem ser utilizados. Da mesma forma, eles vedam e dão acabamento ao início e ao final desses mesmos planos, fazendo interface com alvenarias, calhas coletoras e caixilhos.

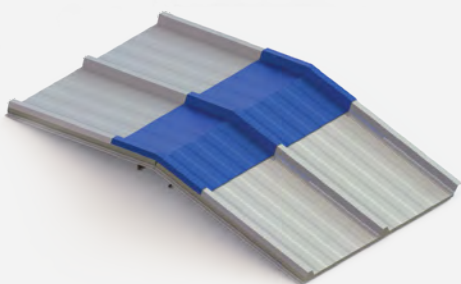
Os fabricantes dispõem de um amplo leque de rufos e arremates padronizados, específicos para os diversos locais em que eles podem vir a ser necessários, havendo flexibilidade para o ajuste de alguns ângulos de dobra, em função, por exemplo, da inclinação da cobertura. Não havendo um arremate padrão que sirva, é sempre possível encomendar peças específicas, observados os limites de produção do fabricante. De forma geral, os arremates e rufos são fabricados – por questões práticas – a partir da mesma chapa de aço que foi utilizada na fabricação das telhas ou painéis do pedido original.

Ao projetar arremates especiais, deve-se considerar que a bobina padrão tem 1.200 mm de largura, portanto, idealmente, a soma das diversas abas de um arremate, ou, como se diz no mercado, seu desenvolvimento, deve ser uma fração inteira dessa largura, exemplo: 200, 300, 400, 600 ou mesmo 1.200 mm.

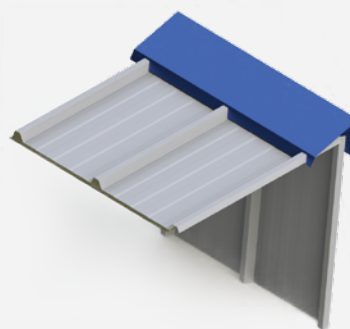
- Sempre consulte um fabricante no caso de haver a necessidade de peças específicas, ele poderá otimizar o uso da chapa necessária, reduzindo o custo final da peça.

Os arremates mais comuns são exemplificados nas figuras seguintes. São cumeeiras perfil, cumeeiras lisas, rufos laterais ou cantos externos entre diversas outras opções.

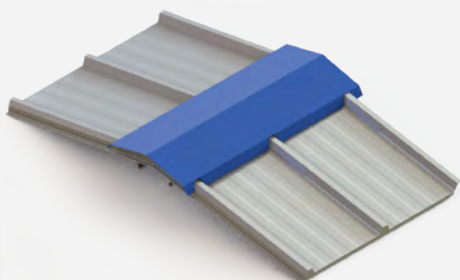
CUMEEIRAS



Cumeeira Perfil



Cumeeira Shed



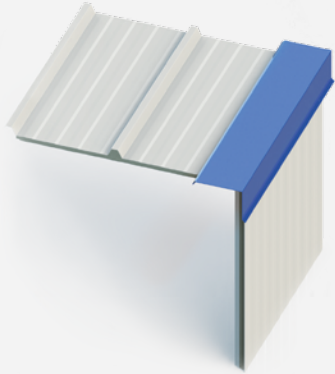
Cumeeira Lisa



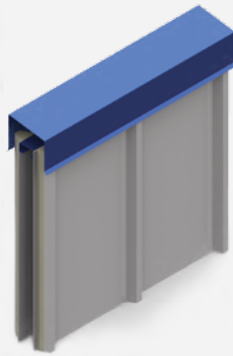
Cumeeira Espigão



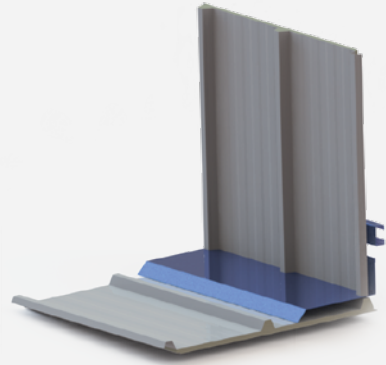
RUFOS



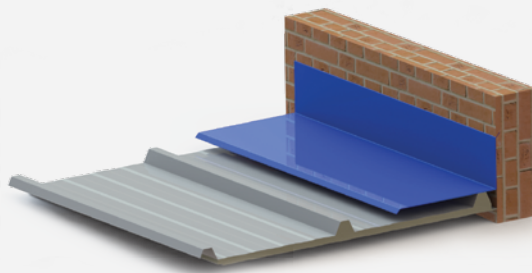
Rufo Lateral Superior



Rufo Chapéu

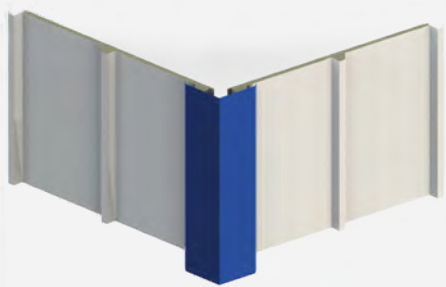


Rufo Lateral de Platibanda

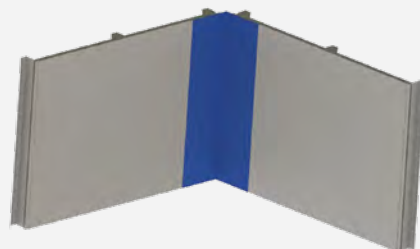


Rufo Lateral de Platibanda em Alvenaria

ARREMATES DE CANTO



Canto Externo



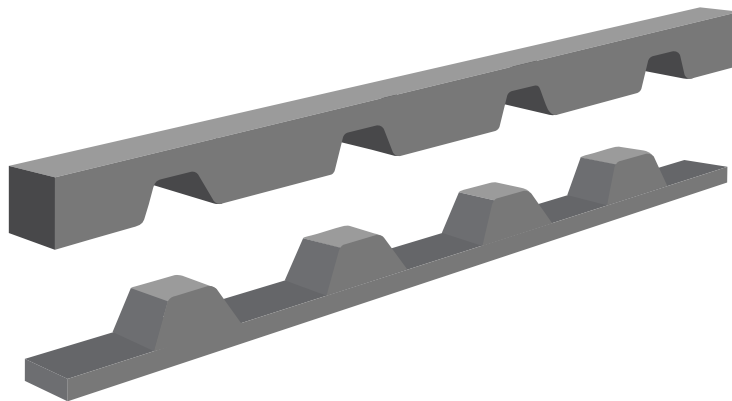
Canto Interno



fechamentos de onda

Também conhecidos como tapa canal, são acabamentos em chapa de aço ou em espuma de material sintético usados para fechar os canais das telhas sob arremates como cumeeiras lisas e rufos de topo; ou a abertura sob as ondas altas das telhas junto aos beirais onde se usam rufos pingadeira.

Os fechamentos de onda, por se encaixarem na telha, devem ser compatíveis com a geometria do perfil em questão, observando as mesmas dimensões da onda ou do trapézio da telha e, se forem contínuos, a mesma largura útil.



Capítulo

SISTEMAS DE COBERTURA

Sistemas de cobertura podem ser considerados como um produto especializado, que exige especificação de projeto e, em determinados casos, métodos de fabricação e de montagem integrados e previamente definidos.





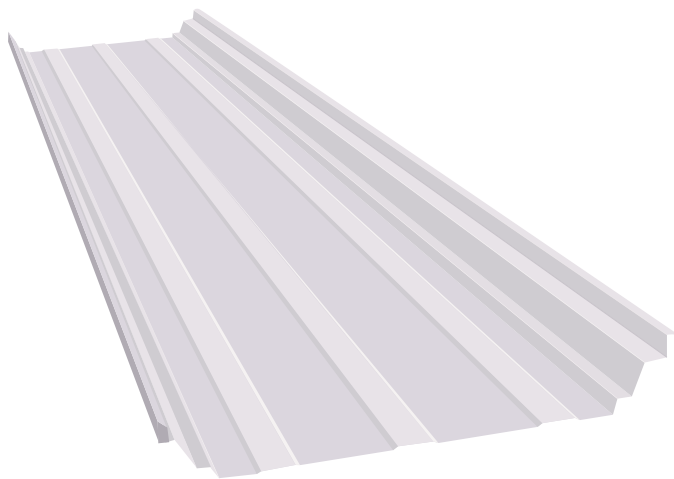
Os componentes dos sistemas de cobertura industrializados não podem ser adquiridos separadamente, como produtos de “prateleira”, ou, mesmo quando isso é possível, dependem de uma consultoria técnica específica, como no caso dos

sistemas termoacústicos. Fazem parte desses sistemas: as coberturas zipadas, o sistema integrado Roll-on, sistemas de coberturas autoportantes e os sistemas de coberturas e fachadas termoacústicas com lãs minerais.

SISTEMAS ZIPADOS

Grandes extensões de cobertura, como as necessárias em complexos industriais, centros de distribuição ou terminais de aeroportos, captam um volume considerável de água da chuva, exigindo um sistema de escoamento condizente. Com telhas convencionais, a área coberta precisa ser

subdividida em vários planos de telhado –com extensão e caimento compatíveis com a capacidade de escoamento da telha– cada plano com linhas de cumeeiras, calhas coletoras e condutores. Uma outra possibilidade é se adotar um sistema zipado na cobertura.

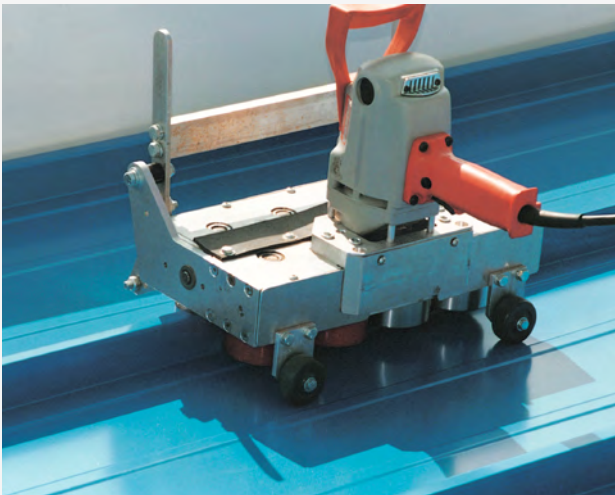


No sistema zipado, as telhas são fabricadas na obra com uma perfiladeira portátil e, não estando sujeitas às limitações de transporte, as peças podem ter grandes comprimentos, de até 100 metros ou mais. Como uma única telha passa a ser suficiente para vencer a distância entre a cumeeira e o beiral do telhado, as sobreposições transversais entre diversas peças deixam de existir. Com isso, as telhas zipadas podem admitir um maior volume de água no canal e menores inclinações de cobertura.

Outra característica particular das telhas zipadas é a ausência de perfurações na sua chapa. A montagem utiliza um clip metálico fixado nas terças de apoio e é nele que as abas laterais das telhas zipadas são encaixadas, formando também o remonte lateral entre duas peças consecutivas.



Um pequeno equipamento elétrico com rodas, a zipadeira, é encaixado sobre o remonte e, quando acionado, percorre toda a extensão das telhas dobrando as suas abas de sobreposição e do clip, fazendo ao mesmo tempo uma costura mecânica entre as duas telhas e a sua fixação à estrutura através dos clips, que ficam ocultos.



Zipadeira



Clip de telha zipada

Não há fixações aparentes nos apoios e não existem parafusos de costura como nas telhas convencionais, com isso, uma cobertura zipada forma uma membrana metálica praticamente contínua sobre todo o telhado.

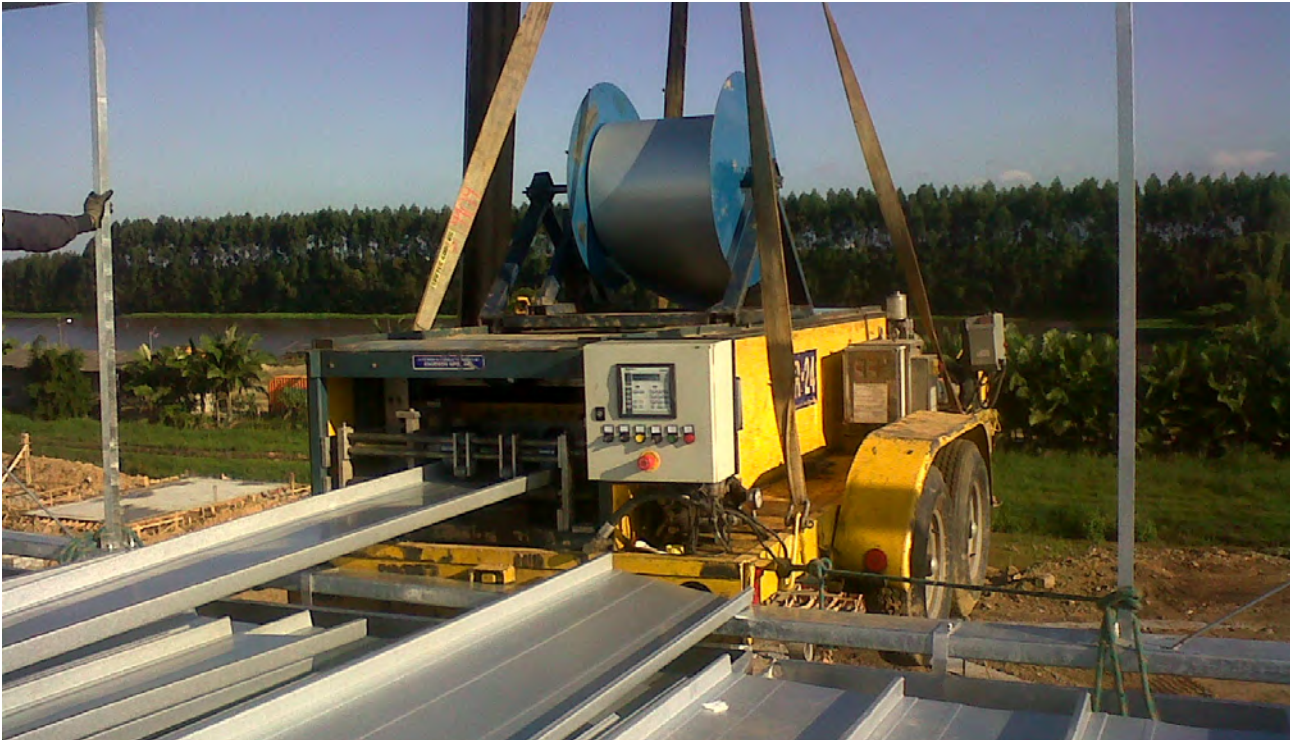
Um sistema de cobertura zipada integra diferentes atividades, que podem ou não ser de responsabilidade do fabricante, a depender do tipo de contratação. Elas envolvem um [projeto de paginação](#) das telhas para levantamento das

quantidades e comprimentos, o fornecimento das bobinas de aço com a largura necessária para o perfil da telha zipada escolhida, o deslocamento da perfiladeira e da equipe de produção para a obra, a fabricação das telhas e a sua montagem.

Perfilação no nível da cobertura



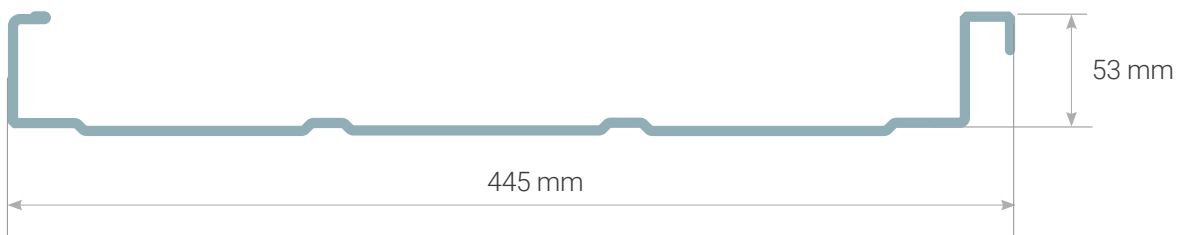
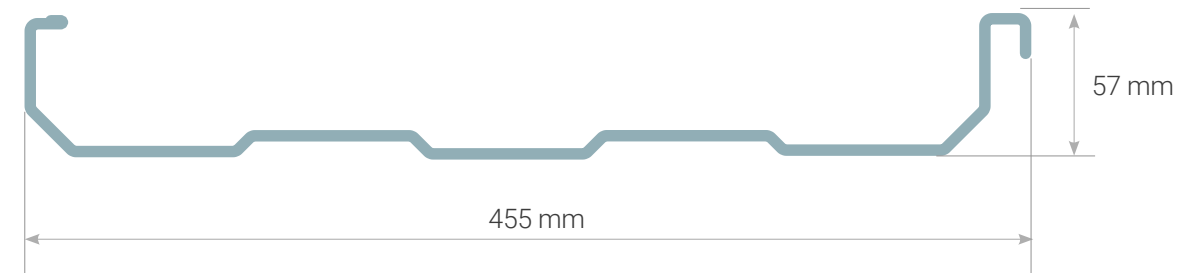
Quando o comprimento das peças é menor, a perfilação das telhas pode ser feita no solo, o que exige uma área na obra compatível com essa atividade e com os comprimentos das peças que serão produzidas e manuseadas para o seu içamento até a cobertura, que necessita de balancins e equipamentos específicos. Em outro método de produção, as telhas são fabricadas no nível da cobertura, com a perfiladeira instalada em uma plataforma suspensa por um guindaste, caso no qual a telha já sai da perfiladeira diretamente para a sua posição aproximada de montagem, permitindo o uso de peças de grande comprimento.

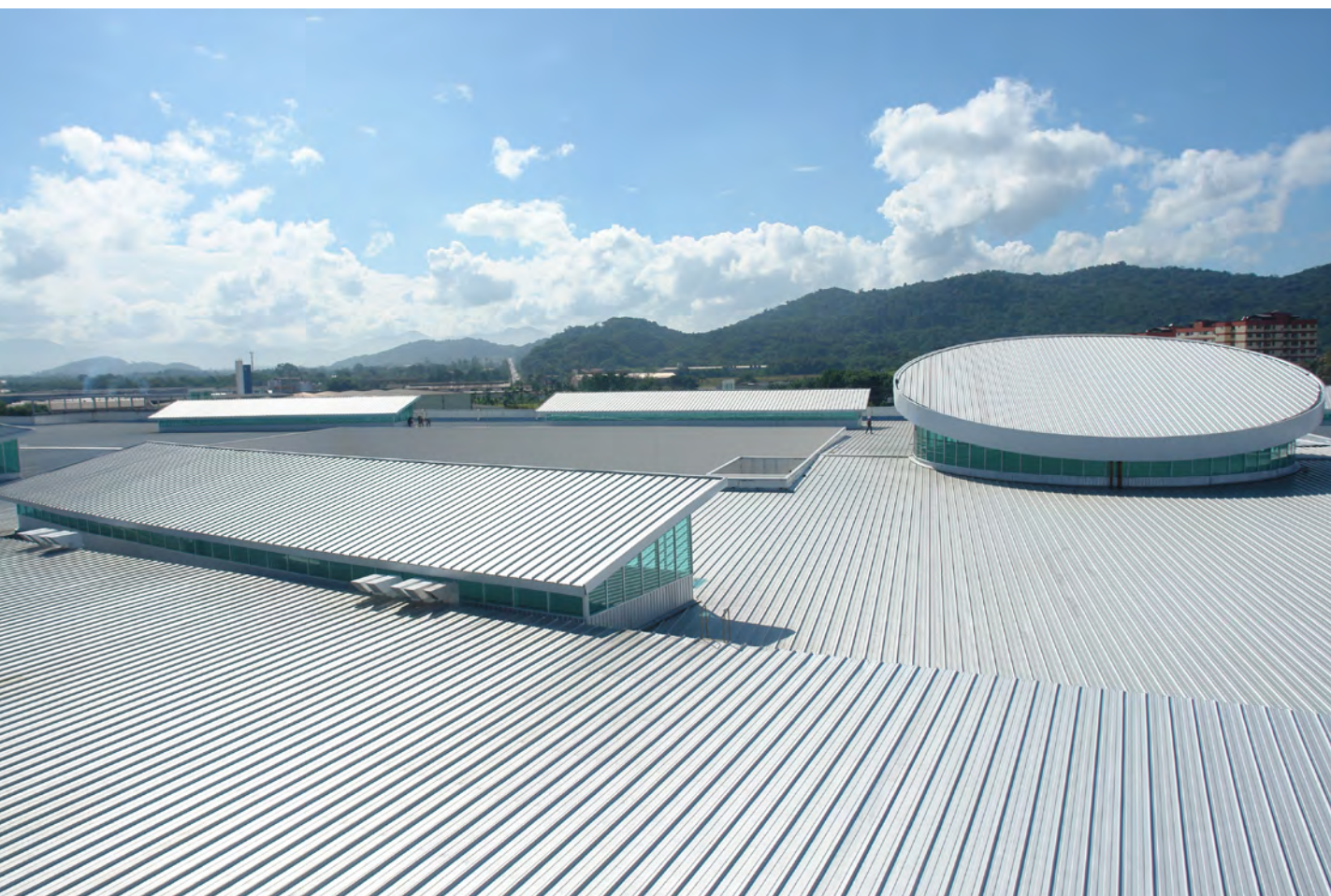


As telhas zipadas costumam ter o formato de uma bandeja, com um canal de escoamento largo e duas abas laterais que podem ser verticais ou inclinadas. Sua largura útil é menor do que a de

uma telha convencional, uma vez que muitos fabricantes utilizam bobinas com 600 mm, cortadas a partir das bobinas padrão com 1.200 mm de largura.

Exemplos de telhas zipadas





PARA GRANDES COBERTURAS

- Sem emendas, sem parafusos aparentes e sem perfurações na chapa, as telhas zipadas permitem projetos de coberturas com grandes águas e caimentos reduzidos a um mínimo de 2% a 2,5%. Deve-se usar clips que permitam a movimentação das telhas com as variações de temperatura, especialmente nos casos em que as peças sejam muito longas. Consultar projetista/fabricante.

ISOLAMENTO TERMOACÚSTICO

- Os sistemas zipados também oferecem um amplo leque de alternativas de isolamentos térmicos e acústicos. A partir de uma subcobertura feita com telhas trapezoidais ou com perfis do tipo bandeja e espaçadores metálicos, diversas combinações de mantas e painéis isolantes podem ser usadas e sobre as quais as telhas zipadas vão formar uma membrana metálica contínua depois de montadas.



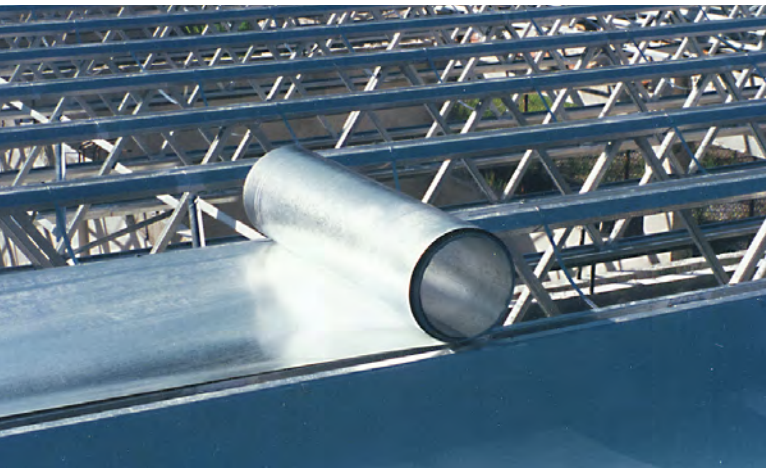
SISTEMA ROLL-ON

Roll-on é um sistema no qual a estrutura e a cobertura são integradas em uma única solução. A estrutura é composta por vigas metálicas treliçadas paralelas, espaçadas a cada 1,00 m ou 1,20 m, travadas lateralmente entre si, formando uma malha estrutural de grande resistência.

A cobertura propriamente dita é feita com bobinas de aço revestido, com acabamento natural ou pré-pintado, que são desenroladas ao longo de cada par de vigas treliçadas, formando canais naturais para escoamento da água que se desenvolvem, sem emendas, ao longo de todo o seu comprimento, exigindo caimento mínimo de apenas 1%. Peças adicionais industrializadas complementam o sistema e fazem o suporte e o acabamento das bobinas, que também não apresentam fixações aparentes.



O sistema Roll-on é capaz de vencer vão entre apoios que podem chegar a 30 m, dependendo das especificações, construindo amplos espaços sem a interferência de colunas.



COBERTURAS PLANAS

- A arquitetura de grandes áreas cobertas como shopping centers, hipermercados e ginásios de esportes, por exemplo, se beneficia de um sistema de cobertura que admite caimento mínimo de apenas 1%, mesmo nos casos de grandes vão livres.

Dada a particularidade do sistema Roll-on, ele conta com um leque de acessórios especificamente adaptados, tais como dispositivos de ventilação e de iluminação naturais, para isolamento térmico e para vedação, como rufos e arremates compatíveis.



SISTEMAS AUTO - PORTANTES

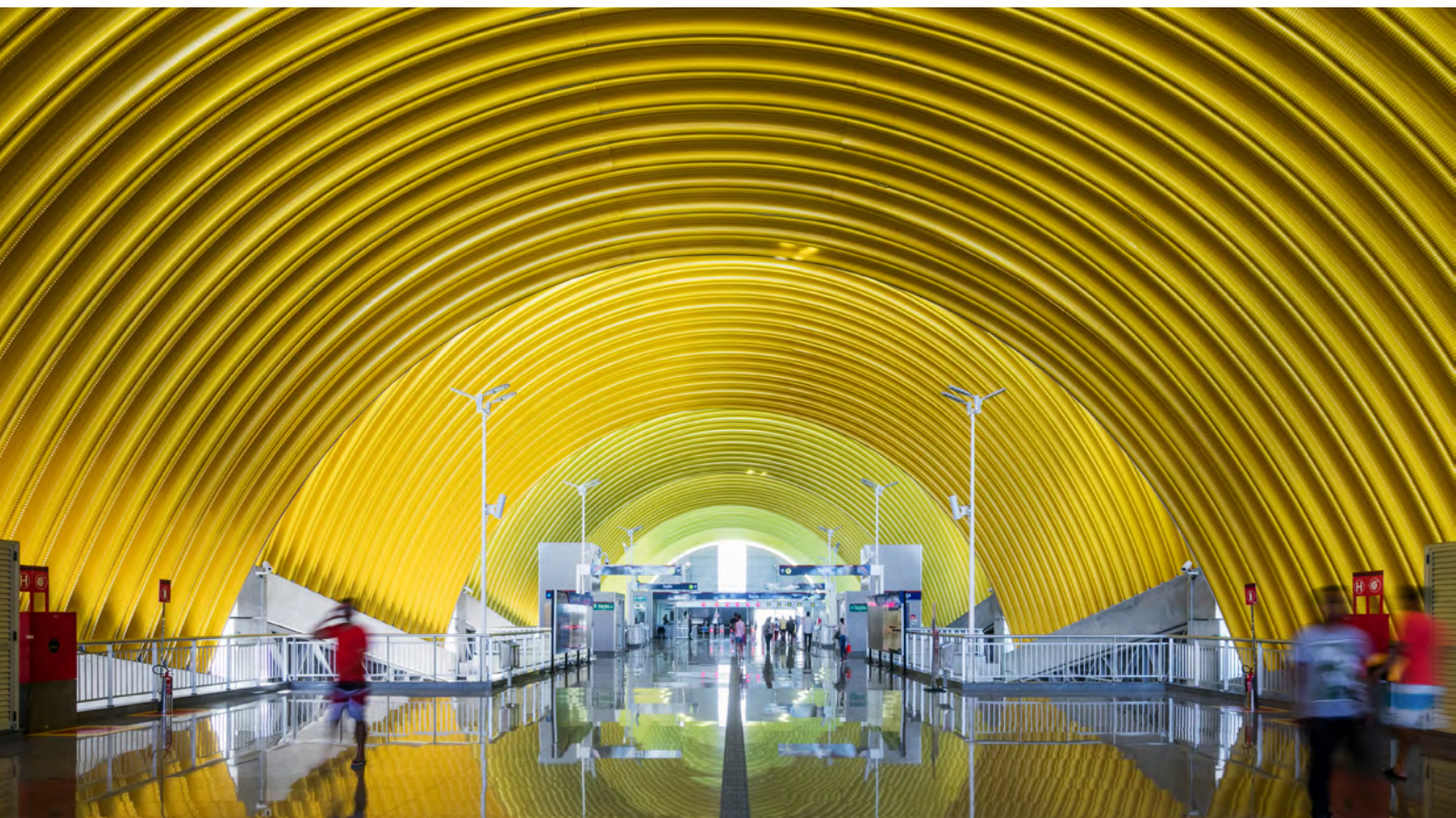
A grande resistência mecânica do aço permite o desenho de soluções esbeltas, que fazem uso de espessuras relativamente finas, tornando-os mais leves do que soluções similares que usem outros materiais. A reconhecida leveza e a esbeltez das estruturas metálicas encontram um paralelo nas telhas de aço autoportantes.

Nas telhas autoportantes, a engenharia combina a resistência do aço, a espessura da chapa e o design do produto para trazer um sistema de cobertura que dispensa a necessidade de uma estrutura de apoio intermediária, além daquela que formará os apoios nas extremidades das telhas.

As telhas podem ser perfiladas e arqueadas na obra com o uso de uma perfiladeira móvel, sempre que o comprimento das peças fique acima dos limites possíveis para transporte e o seu manuseio conveniente.

PLANTA LIVRE

- Com sistemas autoportantes, o interior da construção passa a apresentar um visual limpo e leve, uma vez que não há uma estrutura sob a cobertura, papel este desempenhado pela própria telha. Coberturas autoportantes podem receber isolamentos térmico e acústico com lãs minerais ou espuma rígida de poliuretano.



SISTEMAS TERMOACÚSTICOS

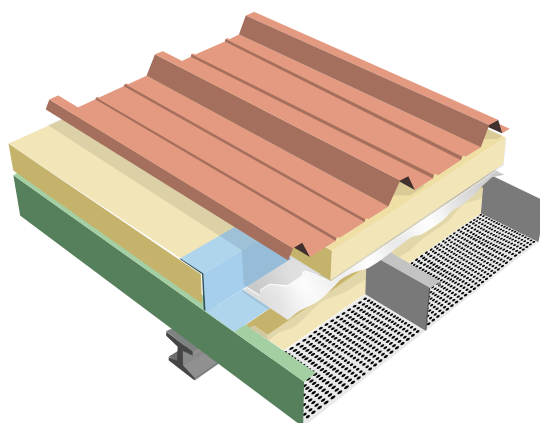
Sistemas termoacústicos devem ser entendidos como uma solução especializada, na qual o isolamento sonoro pode assumir uma importância igual ou maior do que o isolamento térmico. A passagem de ruído através de um paramento da construção, seja ele a cobertura ou a fachada, pode representar um problema tanto para os ocupantes da edificação quanto para a sua vizinhança, a depender da localização da fonte sonora.

Auditórios precisam garantir que o ruído externo não interfira com as atividades desenvolvidas no seu interior e, da mesma forma, proporcionar conforto térmico para seus ocupantes e baixo consumo de energia para o sistema de condicionamento de ar. Neste caso, isolamentos térmico e acústico estão trabalhando em conjunto.

O mesmo se aplica quando a localização da fonte de ruído se inverte, caso de ginásios de esportes localizados em áreas residenciais, nos quais a fonte de ruído é interna. Eles podem

tirar proveito do isolamento acústico, reduzindo o ruído que chegará às áreas vizinhas.

A atenuação do ruído interno para os próprios ocupantes de um ambiente é solucionada por sistemas termoacústicos em aço: telhas sanduíche com a face interna em chapa de aço perfurada são capazes de absorver as ondas sonoras, reduzindo a reverberação do som, atenuando o barulho gerado internamente. As perfurações permitem a passagem do som que é absorvido pelas mantas ou painéis de material isolante que compõe o núcleo do sistema sanduíche.





Nos sistemas termoacústicos, o isolamento é usualmente formado por mantas ou painéis de lã de vidro ou de lã de rocha, ou mesmo a combinação de ambos os materiais. Quanto à montagem do sistema, primeiramente a subcobertura com telhas ou bandejas de aço é montada sobre a estrutura da cobertura, formando o primeiro nível do sistema. Espaçadores metálicos, normalmente em perfis de chapa dobrada tipo Z ou C com altura compatível com a do isolamento, são fixados na subcobertura em sentido transversal, aproveitando as ondas altas das telhas trapezoidais ou as abas horizontais superiores das bandejas. As mantas ou painéis de lã de rocha ou lã de vidro são então assentados sobre a subcobertura.

A telha superior, seja ela convencional ou zipada, é instalada e fixada sobre os espaçadores, que

seguem o mesmo padrão de posicionamento das terças da estrutura de apoio. A altura total da camada isolante e dos espaçadores é compatibilizada para evitar que as mantas ou painéis sejam pressionados, reduzindo a sua eficiência térmica e acústica.



FLEXIBILIDADE

- As combinações de tipos de isolantes, suas densidades e espessuras e o uso de recursos como chapas complementares de aço revestido para darem massa ao sistema termoacústico, proporcionam uma ampla gama de opções para especificação do projetista.

lãs minerais

Utilizadas nos sistemas de cobertura, as lãs minerais, como a lã de vidro (LV) e a de rocha (LR), são formadas por filamentos de vidro puro, no primeiro caso, e de rocha vulcânica, no segundo, obtidos por fusão e posteriormente aglomerados com uma resina sintética, formando mantas flexíveis ou painéis com espessuras e densidades bastante diversas.

Elas podem ter opcionais, como serem ensacadas ou contar com um filme sintético ou aluminizado em uma das faces que funcionam como barreira de vapor, não

permitindo a migração de umidade entre os ambientes que isolam.

Em projetos de coberturas sanduíche mais convencionais, são utilizadas mantas de lã de vidro com densidade da ordem de 12 kgf/m^3 e espessura de 63,5 mm, já as mantas de lã de rocha costumam ter espessura aproximada de 50 mm e densidade de 32 kgf/m^3 , ambas colocadas entre duas telhas metálicas separadas por espaçadores. Na ABNT NBR 15220-2, o coeficiente de condutibilidade térmica médio adotado para a lã de vidro e a lã de rocha é de $0,045 \text{ W/(m.K)}$.

Capítulo

TRANSPORTE, ARMAZENAMENTO, MONTAGEM E MANUTENÇÃO

A atenção para que o transporte, armazenamento, manuseio e montagem de telhas e painéis sejam realizados de modo adequado é fundamental para a qualidade da cobertura ou da fachada.





Selos de qualidade, certificados de materiais e processos, atendimento às normas e laudos de inspeção de materiais, precisam ser sustentados por exigências de mesmo nível feitas às empresas e pessoas que irão transportar o material, armazená-lo, manuseá-lo e montá-lo na obra.

A qualidade da montagem vai definir parte significativa da qualidade final e da vida útil de uma cobertura ou fechamento lateral. Contratar um montador experiente e qualificado é fundamental

para se dar continuidade às exigências que foram feitas quando da aquisição das telhas e painéis de aço.

A montagem das telhas e painéis não é responsabilidade dos fabricantes, a não ser em casos específicos, nos quais o produto ou sistema a ser montado requeira conhecimento, técnica ou equipamentos de domínio exclusivo do fornecedor que, a seu critério, poderá subcontratar empresas especializadas nesse serviço.

TRANSPORTE

Telhas e painéis devem ser transportados em caminhões com carroceria aberta, pois os fabricantes podem usar pontes-rolantes para a montagem da carga, portanto, o uso de caminhões do tipo baú não é recomendado. Carretas podem carregar até 25 toneladas e peças com até 12 metros de comprimento; caminhões do tipo *truck* comportam até 12

toneladas e peças com até 7 ou 7,5 metros de comprimento.

A carga deve viajar protegida por lona e nos pontos em que as cordas de amarração tiverem contato com o material, proteções devem ser colocadas para que as bordas dos produtos não sejam marcadas ou amassadas.

PROGRAMAÇÃO LOGÍSTICA

- Deve ser definida com antecedência a logística de transporte com o fornecedor para que se programe o melhor tipo de veículo a ser usado em função da facilidade de acesso à obra, o tipo de produto embarcado, além da quantidade de caminhões e o tempo de carregamento necessário.
- Ao longo da viagem, verificar a estabilidade da carga, o aperto das cordas e a proteção oferecida pela lona.

CUIDADOS COM TRANSPORTE

- Não colocar cargas sobre as peças ou suas embalagens.
- Não permitir que algum objeto venha a bater nas laterais dos fardos durante o transporte, amassando as bordas das chapas.
- Não compartilhar o frete com outras mercadorias, especialmente aquelas que possam vir a danificar ou agredir o material, como embalagens contendo produtos químicos.

CUIDADOS COM TRANSPORTE

- Não carregar ou descarregar esses produtos quando estiver chovendo. A umidade retida entre as chapas, sem ventilação e por tempo prolongado, pode induzir o surgimento de manchas no revestimento metálico ou pintado, posteriormente provocando a oxidação do material.

recebimento do produto

Conferir o material no recebimento quanto a acabamento, cor, quantidade, comprimento e espessuras, além do estado do material.

CONFERÊNCIA DO MATERIAL

- Não deixar a conferência para as vésperas da montagem, pois o fornecedor pode não ter o item para reposição a curto prazo, caso tenha ocorrido alguma discrepância na entrega. O fabricante pode também impor um limite de prazo após a entrega e recebimento para reclamações envolvendo quantidades.

descarga e manuseio

Antes de qualquer tarefa envolvendo a descarga, o manuseio e a montagem de telhas e painéis, certificar-se de que todas as exigências relativas à segurança estão

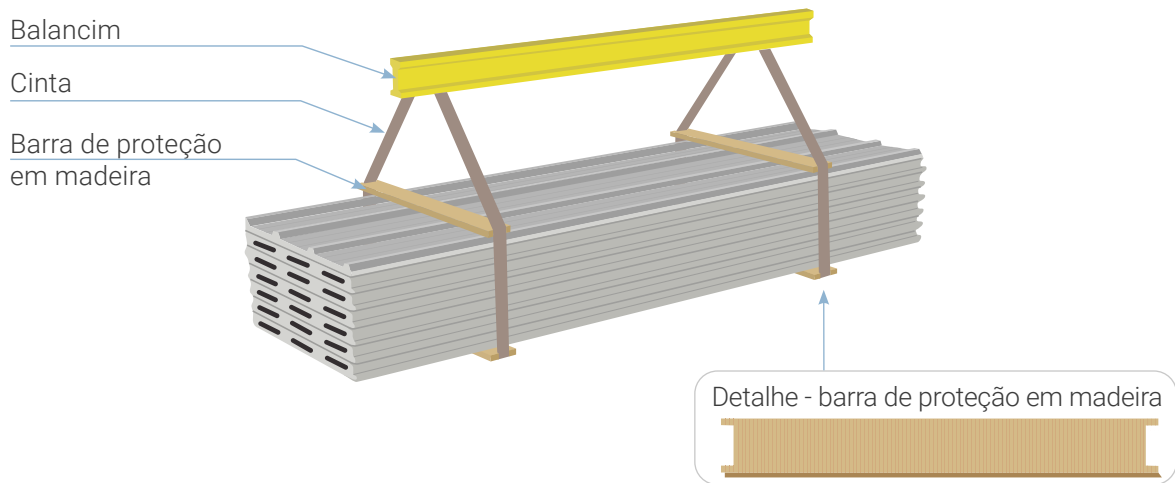
sendo cumpridas. Capacetes, botas e luvas devem ser utilizados, especialmente porque as bordas finas e cantos vivos das chapas de aço podem produzir ferimentos.





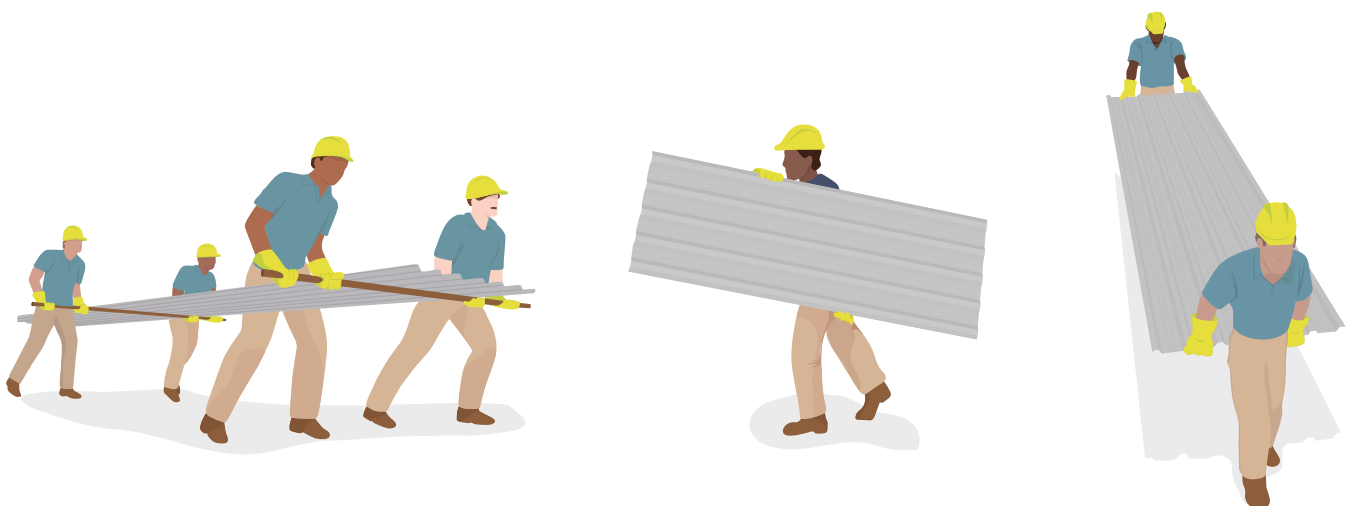
Telhas e painéis devem ser descarregados do caminhão com equipamentos adequados (munk ou talha, com balancim e bandejas). Caso a descarga seja feita com empilhadeiras, as peças devem ter até 7 metros de comprimento

e os garfos devem usar prolongador para que a distância entre eles seja de 3 metros e possíveis pontos de contato com a carga devem ser protegidos por material macio.



A movimentação de telhas e painéis é feita com dois homens a cada dois metros de distância ao longo do comprimento da peça, cada dupla usando um suporte transversal.

Peças curtas podem ser levadas por dois homens ou mesmo um homem se ela for pequena e tombada lateralmente.

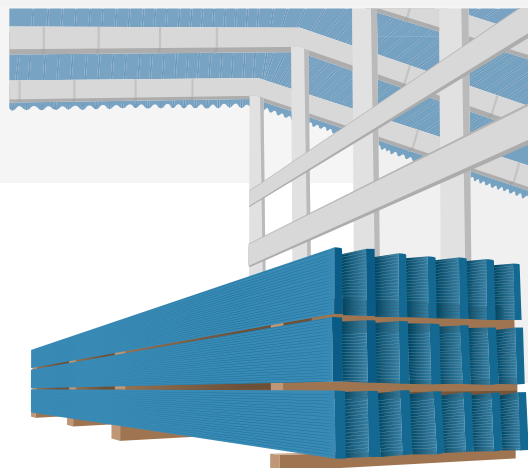
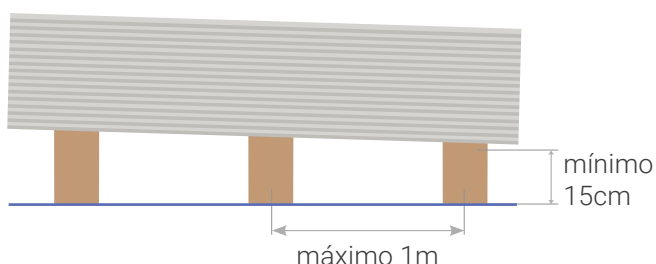


CUIDADOS COM MANUSEIO

- Evitar a descarga manual, especialmente de peças longas, pois elas podem fletir além do seu limite, provocando o surgimento de ondulações permanentes na chapa.
- Os produtos devem ser manuseados com cuidado, evitando atrito ou impactos. Não arrastar uma peça sobre outra, danificando o revestimento da chapa.

ARMAZENAMENTO

Telhas, painéis e arremates devem ser armazenados em local coberto, seco e ventilado, protegidos da chuva. Caso não haja local coberto para o armazenamento, as embalagens devem ser abrigadas sob lonas plásticas devidamente ancoradas e de forma a permitir a ventilação do material para que não ocorra condensação de água nos fardos.



Os fardos não devem ser colocados diretamente no solo, mas sobre apoios de madeira ou de poliestireno (isopor). Os apoios devem ser adequadamente espaçados e apresentar diferentes alturas para que a inclinação resultante ajude a drenar a eventual presença de umidade entre as peças.

MANTER CONDIÇÕES DE ESTOCAGEM

- Inspeccionar regularmente as embalagens para garantir que o armazenamento mantenha as condições originalmente pretendidas, especialmente quando se usar lona de proteção, uma vez que ela pode rasgar ou furar por conta da sua movimentação com o vento.

SEGURANÇA

- Não empilhar as embalagens em canteiros de obra e evitar a circulação de pessoas junto aos fardos de telhas, painéis e arremates; caso isso seja inevitável, proteger ou sinalizar os cantos dos fardos, para que não ocorram acidentes.

FILME DE PROTEÇÃO

• Caso a montagem não ocorra de imediato, o filme de proteção precisa ser retirado dentro do prazo estipulado pelo fabricante, pois não pode ficar em contato com a telha além de um período máximo, mesmo em condições ideais de armazenamento. Se a perspectiva não for de uso imediato dos produtos, contate o fornecedor para informações sobre como proceder.

MONTAGEM

Antes de se iniciar a montagem é importante ter em mãos a última versão do projeto de montagem e certificar-se de que todas as informações nele contidas foram atendidas e que estão alinhadas com a realidade da obra. Especial atenção deve ser dada aos detalhes de fixação, sobreposições e assentamento de arremates.

alinhamento das telhas

É recomendável a verificação da estrutura de apoio quanto ao seu alinhamento, posicionamento e nivelamento. Telhas simples, pela sua flexibilidade, tendem a acompanhar eventuais desníveis existentes na estrutura de apoio e isso pode se refletir em ondulações na chapa de aço. Ondulações não são, necessariamente, um problema que comprometa a estanqueidade ou vida útil da cobertura ou do fechamento lateral, mas podem ser esteticamente críticas no caso de fachadas. O encaixe das telhas e painéis nas suas respectivas sobreposições vai depender do alinhamento da base de apoio e do cuidado dos montadores.

O içamento do material até a cobertura deve ser feito, preferencialmente, em fardos, ainda que menores do que os recebidos. Os recursos usados para isso precisam atender às condições de segurança dos montadores e de preservação do material.

Marcas e amassados de borda ficam evidentes em fechamentos laterais, especialmente em telhas simples, portanto, os pontos de contato das cordas de içamento com o material devem estar protegidos.



CUIDADOS AO CAMINHAR

- O trânsito de pessoas sobre as telhas deve se limitar ao necessário à sua montagem. Atenção à limpeza do solado de botas, pois barro ou pedriscos podem arranhar a superfície das telhas, em especial das que forem pintadas.

CAMINHAR SOBRE TÁBUAS

- Todo deslocamento de pessoas deve ser feito sobre tábuas, preferencialmente com ripas fixadas na transversal para prevenir escorregões. As tábuas devem ser usadas tanto para caminhar sobre as telhas quanto sobre a estrutura.

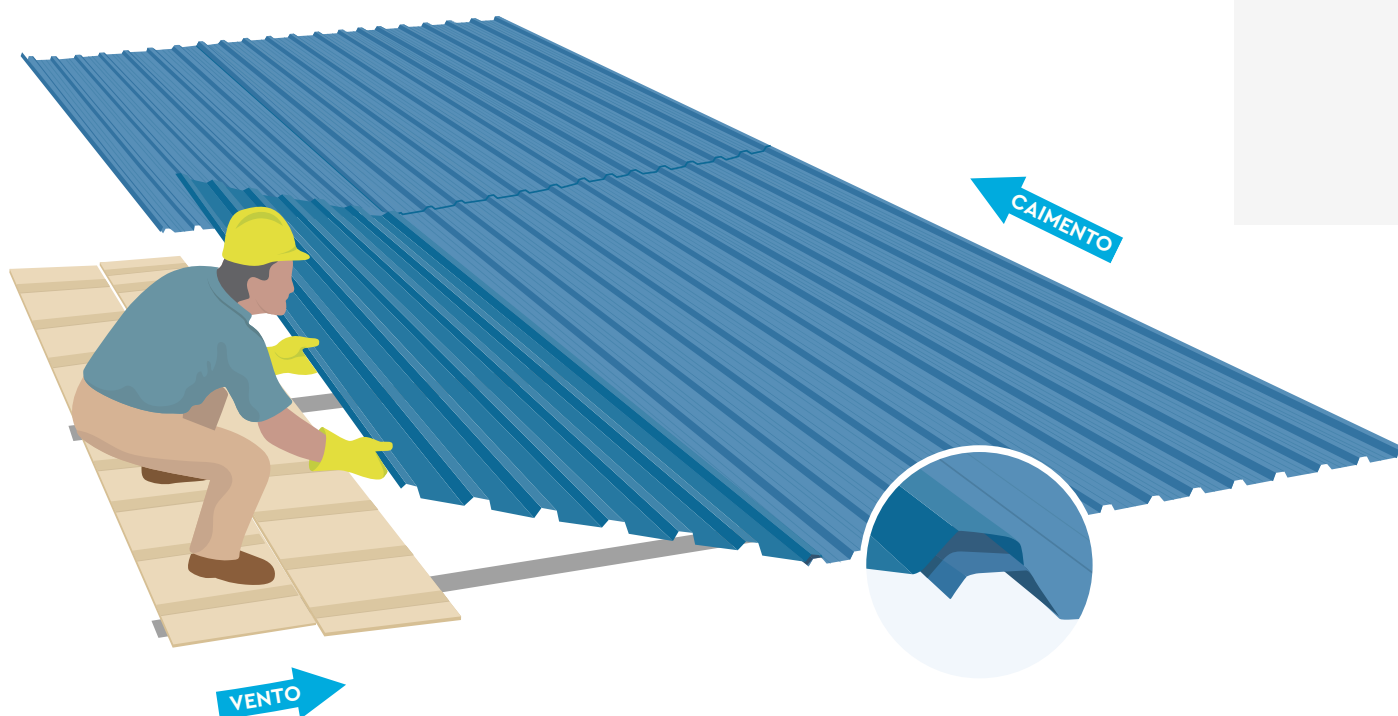
NÃO ARRASTAR

- Manusear o produto sem arrastá-lo sobre as terças. A face inferior pode ficar arranhada, especialmente se for pintada.

sequência de montagem

A montagem é feita por faixas no sentido do comprimento da telha e sempre deve começar pela parte mais baixa de uma cobertura ou fechamento lateral, de forma que as peças seguintes, montadas em direção ao ponto mais alto da cobertura (cumeeira) ou da fachada, se

sobreponham à peça anterior (formando a sobreposição transversal). A faixa seguinte segue o mesmo princípio, sendo montada ao lado da faixa anterior e se sobrepondo a ela através de uma sobreposição longitudinal ou lateral.

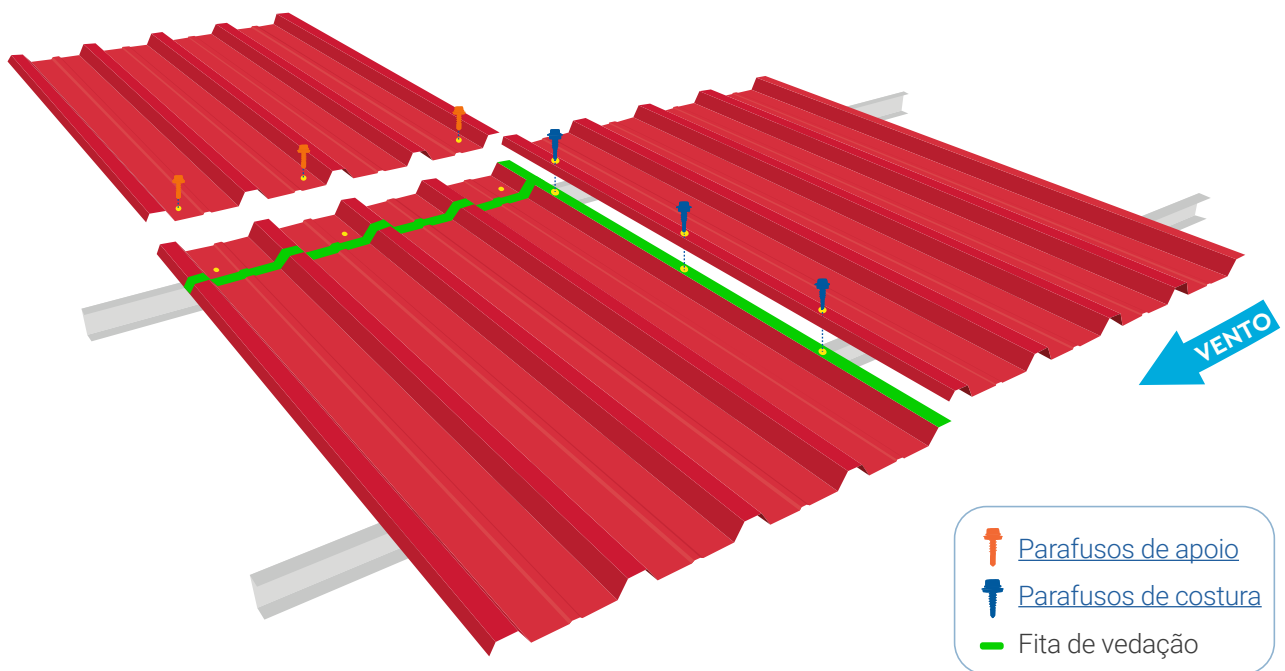
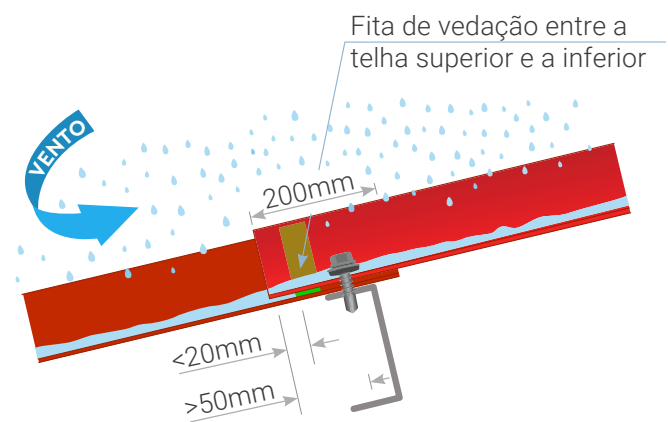


- Em fechamentos laterais com painéis térmicos, dependendo do produto ou do projeto, a montagem pode ocorrer de forma diferente do descrito. Atenção ao projeto.

sobreposições das telhas

As sobreposições e encaixes não devem apresentar frestas que permitam a passagem de água mesmo com chuvas fortes e rajadas de vento.

As sobreposições transversais às telhas sempre são feitas no mesmo sentido do escoamento da água no canal da telha (com a fresta da sobreposição virada para o lado mais baixo do telhado ou da fachada) e o recomendável é observar um mínimo de 200 mm nesta sobreposição em coberturas e 150 mm em fechamentos laterais. Os fixadores devem apertar a fita de vedação, que deve estar antes deles, de maneira a impedir que a água chegue até o corpo dos parafusos.



As sobreposições laterais ao longo do comprimento da telha ou painel devem ficar, preferencialmente, em direção oposta à do vento predominante na região e o uso de fitas de

vedação também pode vir a ser recomendado. (ver diagramas de fixação e sobreposição de telhas onduladas e trapezoidais em [Tipos de Telhas](#)).

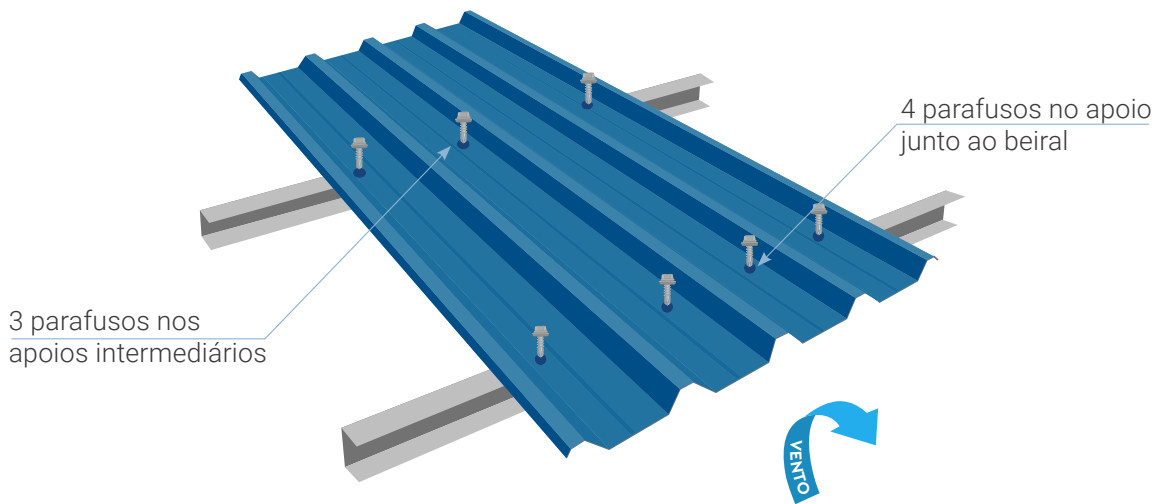
fixações das telhas

Dada a sua importância para a segurança da obra e do seu entorno, a escolha das fixações nos apoios deve ser feita pelo projetista em acordo com o fabricante dos fixadores e com a colaboração do fabricante das telhas e painéis térmicos.

A quantidade e tipo de fixações na estrutura vai depender de diversos fatores, tais como: o material das terças de apoio (aço, madeira, concreto); a espessura da chapa de aço se a terça for metálica; o tipo do fixador e suas características de resistência e, por fim, as sobrecargas devidas ao vento conforme determinadas pela ABNT NBR 6123.



Em situações normais, empregam-se três parafusos por telha por linha de apoio; já em beirais e áreas submetidas a maiores forças de sucção do vento, recomendam-se quatro parafusos por telha por linha de apoio. Consulte seu projetista/fornecedor.



Em estruturas metálicas é importante adequar o parafuso de fixação à espessura da chapa das terças de apoio. No caso de parafusos autoperfurantes, por já possuírem uma broca

na ponta, estes dispensam a necessidade de furação prévia. Perfis de chapas mais grossas ou perfis laminados exigem parafusos autoperfurantes com pontas compatíveis.

REVESTIMENTO DOS FIXADORES

- O revestimento de proteção dos fixadores, quaisquer que sejam eles, merece a mesma atenção dada ao revestimento metálico das chapas de aço. Ele deve ser resistente à oxidação e compatível com o revestimento das telhas

parafusos de apoio

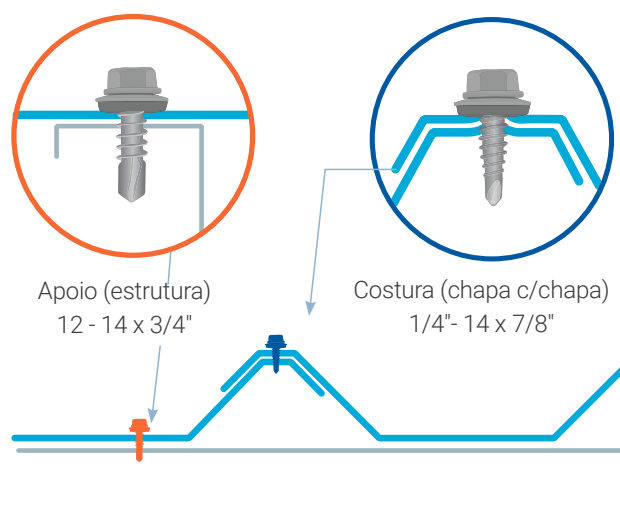
Nos casos em que os apoios são em perfis de chapa dobrada com **até 5 mm** de espessura, é comum **em coberturas com telhas simples** o uso de parafusos autoperfurantes com ponta 12, rosca com 14 fios por polegada e 3/4 de polegada de comprimento (12-14x3/4”).

parafusos de costura

No caso das telhas simples e sistemas termoacústicos com a face externa com telhas onduladas ou trapezoidais, recomenda-se também o uso de parafusos de costura ao longo da onda alta das sobreposições laterais. São parafusos específicos para fazer a união de chapas finas e devem ser espaçados a cada 500 mm ao longo do comprimento da telha. Essa costura tem por finalidade unir as duas chapas que vão formar a sobreposição lateral (onda x onda), reduzindo possíveis frestas por onde possam penetrar vento e água da chuva. Na fixação de costura usa-se parafuso autoperfurante com características gerais similares ao anterior, porém específico para união de duas chapas finas e ele usualmente tem 1/4"x14x7/8”

Estes parafusos são dotados de cabeça sextavada com arruela de aço incorporada e arruela de vedação em Neoprene ou EPDM e ponta com broca, lembrando que este fixador é para uso dentro do canal da telha.

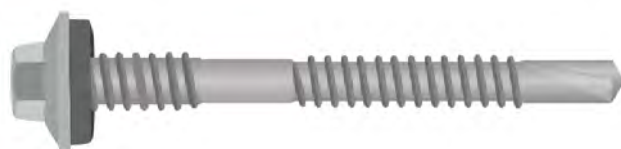
(diâmetro do corpo, fios de rosca por polegada e comprimento, respectivamente). Consulte seu projetista/fornecedor.



Parafuso auto-perfurante para fixação nos apoios 12 - 14 x 3/4"



Parafuso auto-perfurante para costura 1/4"- 14 - 7/8"

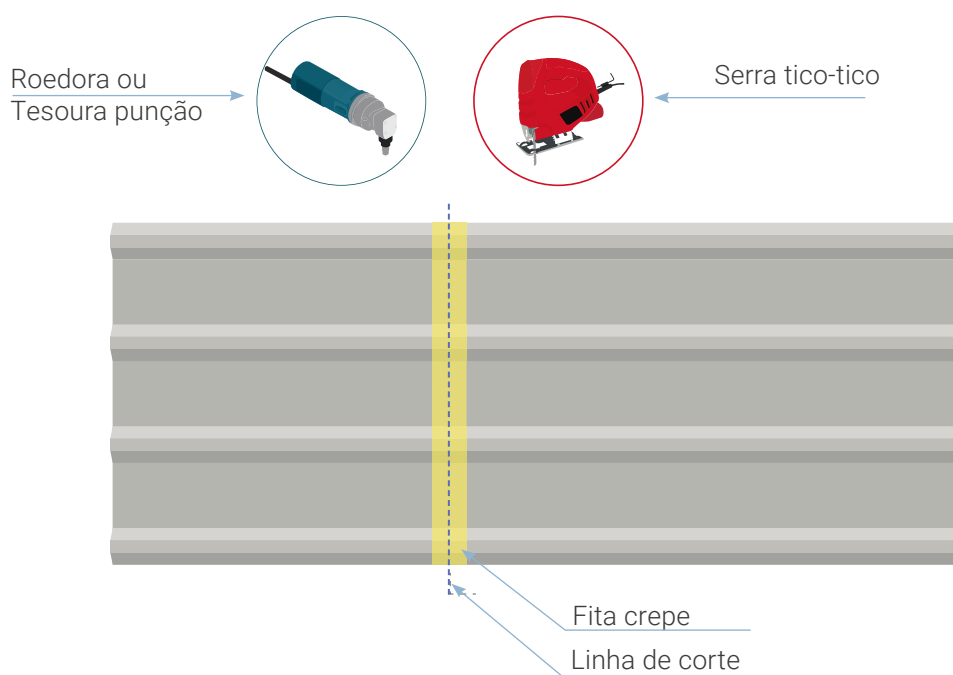


Parafuso auto-perfurante com rosca dupla para fixação de telhas e painéis térmicos 12- 14 (o comprimento do parafuso depende da espessura do isolante)

recortes

Telhas e arremates podem necessitar de recortes para ajustes na montagem e isso pode ser feito normalmente, mesmo em chapas pintadas, desde que se use preferencialmente tesoura de corte (roedora). Serra tico-tico com a lâmina adequada ao corte de chapa metálica

é uma segunda opção. Uma tira larga de fita crepe deve ser colocada ao longo da linha de corte e sobre ela se faz a marcação a ser seguida. A fita crepe serve para proteger o revestimento metálico/pintado de riscos ou arranhões, além de base para riscar a marcação.



- Rebarbas resultantes do corte podem ser removidas com uma lima fina. Não é necessária a proteção adicional da borda da chapa de aço, pois isso é função dos revestimentos metálicos reforçados pela pintura, quando presente.

- Nunca usar grafite (lápiz) para fazer marcações diretamente em uma chapa sem pintura. Os revestimentos metálicos são incompatíveis com o grafite e podem sofrer oxidação pontual onde ele for usado.

- Nunca usar disco de corte, pois além de espalhar uma nuvem de [limalhas](#) que vão se oxidar sobre as telhas, o atrito com a chapa vai queimar o revestimento pintado ao longo da linha de corte.

- Não executar outros serviços de corte com lixadeiras, serras tico-tico, circulares ou similares sobre a cobertura sem proteções adequadas.

furações

Os próprios fixadores fazem a furação da chapa da telha e da terça metálica de apoio quando se usam parafusos autoperfurantes. Caso seja necessário fazer outras furações, usar uma broca

afiada para reduzir a possibilidade de limalhas quentes se fundirem ao revestimento pintado, dificultando a sua varrição no final do dia e resultando em manchas de oxidação no telhado

limalhas

Todas as operações de furação e corte das telhas, painéis e arremates geram limalhas de aço. As limalhas, ao contrário da chapa de aço revestida, não estão protegidas da oxidação, portanto, em contato com a umidade do ar elas vão enferrujar e manchar o revestimento das telhas, podendo, se não retiradas, comprometer a vida útil da cobertura. Assim, ao final de cada dia de montagem a cobertura deve ser varrida, com especial atenção para remoção das limalhas. A mesma providência deve ser tomada no caso de ocorrerem outros trabalhos em cima do telhado, como a instalação de sistemas de proteção elétrica (para-raios), dispositivos de iluminação e ventilação, etc. Toda limalha deve ser removida.



FILME DE PROTEÇÃO

- Os filmes de polietileno não toleram sol, portanto devem ser removidos logo após a montagem do material, sob pena de se degradarem sobre as telhas, arremates e painéis, dificultando ou mesmo impossibilitando a sua retirada posterior, evidentemente comprometendo todo aspecto da cobertura ou da fachada, além da própria

garantia do produto. Não deixar o filme removido em cima da cobertura mesmo que seja de um dia para o outro, pois em caso de vento ou chuva ele pode entupir calhas, condutores e sistemas de ventilação de equipamentos. Descartar o filme em local adequado para receber resíduos plásticos.

RETIRADA DE PEQUENOS OBJETOS

- Pregos, arames, rebites, embalagens com produtos químicos, devem ser retirados da cobertura. Sua degradação sobre as telhas

poderá comprometer o produto, causando manchas ou oxidações pontuais.

limpeza final

No término da montagem a cobertura deverá ser varrida e lavada com água, sabão neutro e vassoura macia, verificando calhas e tubos

de descida das águas pluviais para prevenir o seu entupimento.

MANUTENÇÃO

As telhas e painéis termoacústicos, utilizados em coberturas e fachadas, estão permanentemente expostos ao sol, à chuva, à poluição e às forças exercidas pelo vento e pela dilatação térmica; podem também ser expostas à abrasão da areia em zonas costeiras e a chuvas de granizo. Assim, para garantir que eles continuem a desempenhar o seu papel de invólucro protetor da edificação, é necessário que se façam inspeções anuais nas fachadas e, particularmente, na cobertura.

Deve-se verificar se folhas, plásticos ou outros materiais carreados pelo vento não estão impedindo o livre escoamento da água da chuva, inclusive nas calhas e condutores. Também deve ser observado o estado dos fixadores

quanto ao seu aperto, a integridade da arruela de vedação e suas resistências à corrosão. Em ambientes mais agressivos, o desgaste do revestimento metálico e/ou orgânico (pintura) das telhas pode ocorrer mais rápido, portanto, uma manutenção prévia sob orientação do fabricante ou técnico especializado pode acrescentar ainda muitos anos ao material do telhado.

Telhas de coberturas podem ficar expostas durante 20, 30 ou mais anos às condições ambientais, muitas vezes sem os cuidados de manutenção necessários. Como estaria a chapa de aço e a pintura de um automóvel depois desse tempo, se ele fosse deixado na rua nessas mesmas condições, sem ter recebido nenhuma manutenção ou limpeza, além da água da chuva?

para-raios e outros dispositivos

A presença de dispositivos de proteção elétrica, ventilação e iluminação na cobertura ou na fachada deve ser objeto dos cuidados de contato entre metais e de cuidados referente às limalhas.

A instalação de dispositivos de proteção elétrica ou quaisquer outros em geral, sempre deve ser

feita com a supervisão do responsável pela obra, uma vez que estes serviços não costumam ser feitos pelos montadores da cobertura. Os instaladores podem não atentar para as recomendações de trânsito sobre a cobertura, sua limpeza, remoção de limalhas e demais cuidados como os contidos neste manual.

- Suportes de fixação desses dispositivos, assim como seus fixadores, devem ser em material compatível com a chapas de aço revestidas ou pintadas, além de não possibilitar a retenção de água ou umidade prolongada entre eles e a chapa de aço.

retoques na pintura

Caso seja necessário fazer retoques no acabamento pintado das telhas, painéis ou arremates, consulte antes o seu fabricante, pois as tintas empregadas na pintura de telhas são especiais e resistentes à radiação solar. Tintas não adequadas para uso externo irão se calcinar rapidamente, deixando manchas nas

áreas de retoque. Ajustar a cor corretamente também é importante para não se ter o mesmo problema de manchas; o fornecedor das telhas poderá fornecer a tinta de retoque ou indicar no mercado uma opção adequada e ainda o código da cor utilizada.

- Os retoques para corrigir riscos e arranhões devem ser os menores possíveis e sempre precedidos pela limpeza do local com detergente neutro, enxague e secagem. Usar um pincel fino e macio.

contato com outros metais

Dois metais diferentes, quando na presença de umidade, desenvolvem um potencial elétrico que acaba por provocar a [corrosão](#) do material menos nobre. Por essa razão, telhas de aço, mesmo quando pintadas, não devem ter contato com metais como cobre e chumbo. Rebites e parafusos devem também ser de metais compatíveis com o revestimento do aço; rebites de cobre, por

exemplo, não devem ser usados com telhas de aço.

Até mesmo a água que escoar de um metal mais nobre para um metal menos nobre pode induzir a oxidação deste último: água proveniente de canos ou chapas de cobre, chumbo ou latão, com o correr do tempo, pode provocar a oxidação da chapa de aço sobre a qual ela escoar.

CIMENTO E CONCRETO

- O cimento ataca o [revestimento Galvalume®](#), provocando manchas que não podem ser posteriormente removidas e fragilizando a sua proteção contra corrosão. Proteja as telhas e painéis com lona plástica nas áreas em que possam ocorrer respingos ou chapiscos de concreto e cimento. Como boa prática, essa recomendação deve ser estendida também às chapas zincadas e pintadas.

limpeza

e manutenção

A limpeza da cobertura e da fachada deve ser feita regularmente com jatos de água, sob pressão ou com um esguicho comum, observando-se as seguintes recomendações:

- Usar somente detergente neutro;
- Empregar vassoura ou escova com cerdas macias;
- Não usar solventes, produtos ácidos ou abrasivos.

Os procedimentos de segurança devem ser redobrados no momento da limpeza, por se tratar

de áreas molhadas e ainda mais escorregadias, devido ao detergente neutro.

Um pouco de tinta calcinada pelo sol pode sair durante a limpeza e esse fato é normal, da mesma maneira que ocorre durante o polimento da pintura de um automóvel.

Durante a limpeza, preferencialmente trabalhar pisando sobre tábuas. Isso não sendo possível, sempre pisar no canal das telhas e ao longo das linhas de apoio da estrutura (terças).

PONTOS FRÁGEIS

- Não pise ou caminhe próximo ao beiral, ou junto às bordas de telhas que estejam em balanço ou sobre arremates. O mesmo cuidado deve ser tomado para telhas ou domos translúcidos de PVC, fiberglass ou policarbonato.

Capítulo

RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO DO SISTEMA DE COBERTURA

Este capítulo traz recomendações de projeto para que o sistema de cobertura possa atingir o desempenho esperado. São abordadas as várias disciplinas de projeto que visam atender os requisitos do usuário. Dada a variedade de tipologias de edifícios que utilizam coberturas em telhas de aço e as diferentes soluções de projeto, o capítulo não tem a pretensão de esgotar o assunto.



A durabilidade da cobertura está ligada não somente aos materiais e componentes nela empregados, mas sobretudo aos fatores relacionados ao projeto, ao detalhamento, à execução da obra, incluindo, também, o correto uso e manutenção do sistema de cobertura.

De acordo com a ABNT NBR 15575, o sistema de cobertura é:

O conjunto de elementos ou componentes, dispostos no topo da construção, com a função de assegurar estanqueidade às águas pluviais e salubridade, proteger os demais sistemas da edificação ou elementos e componentes da deterioração por agentes naturais, e contribuir positivamente para o conforto termoacústico da edificação.


O sistema de cobertura garante desde a preservação da saúde dos usuários até a proteção do corpo do edifício, interferindo diretamente na durabilidade dos demais subsistemas da edificação. Infiltrações ocorridas na cobertura podem ser causa de processos de degradação como a corrosão, apodrecimento, fissuras, entre outros, que podem atingir a estrutura, as vedações horizontais e verticais e os sistemas prediais. Além disso, o sistema de cobertura é a parte da edificação que está mais exposta à radiação solar, influenciando no conforto térmico e, em consequência, no consumo de energia para condicionamento do ar e ventilação. O sistema de cobertura ainda faz interface com os sistemas hidro-sanitários, sistemas de proteção de descargas atmosféricas, sistemas de ventilação, de climatização e de exaustão de ar.

Os sistemas de coberturas metálicas podem atender com excelente desempenho diferentes tipologias de edificações, sejam elas industriais, comerciais ou habitacionais. Enquanto que

requisitos como estanqueidade devem ser atendidos igualmente em todas as edificações, há diferentes necessidades do usuário em relação ao atendimento aos requisitos térmicos e acústicos, em função da finalidade do edifício e do ambiente. Por exemplo, os requisitos de um ambiente industrial são muito diferentes dos requisitos de um dormitório de residência, em especial ao focar requisitos termoacústicos.

Portanto, é o projeto que deve estabelecer os atributos de desempenho desejados para os sistemas de cobertura. A adequada especificação da telha de aço e do detalhamento de projeto vai garantir o desempenho e a consequentemente durabilidade do sistema de cobertura.

A ABNT NBR 16775 estabelece sobre a gestão de processos de projeto, fabricação e montagem de estruturas de aço e de coberturas e fechamentos em aço. Esta norma atende aos princípios de gestão da qualidade descritos na ABNT NBR ISO 9001.

Para chamar a atenção de tópicos pertinentes às edificações habitacionais, de acordo com a norma de desempenho - ABNT NBR 15575, será adotado o símbolo .

DESEMPENHO ESTRUTURAL

esforços do vento atuantes em coberturas

As considerações para determinação das forças devidas ao vento são estabelecidas pela ABNT NBR 6123.

O projeto deve considerar a ação do vento, principalmente nas zonas de sucção; especificar os detalhes de fixação e verificar se pode ocorrer influência das platibandas e beirais nos esforços, considerando também o efeito global do vento, com a adequada ancoragem da cobertura no corpo da edificação. Na região de maiores esforços, avaliar o uso de uma quantidade maior de fixadores em função da sua resistência ao

arrancamento considerando o tipo de apoio utilizado pela estrutura.

Em regiões críticas e com o agravamento das mudanças climáticas, especial atenção deve ser dada às pressões de sucção e seus efeitos sobre o telhado. A espessura da chapa de aço das telhas pode ter um papel fundamental na estabilidade do sistema de cobertura e embora uma espessura de chapa maior signifique um desembolso inicial também maior, este será recompensado com a segurança da edificação, do seu entorno e do patrimônio que a cobertura abriga.



movimentação da estrutura da cobertura

A movimentação excessiva da estrutura da cobertura, quer por efeito do vento, quer por dilatação e contração decorrentes das variações de temperatura, pode causar a ovalização dos furos feitos na chapa pelos fixadores, provocando o surgimento de infiltrações.

Ao longo de eventuais juntas de dilatação da cobertura, deve-se prever um arremate que tenha flexibilidade para absorver a movimentação dos dois panos de telhado separados por essa junta, especialmente quando se tratar de telhas sanduíche ou painéis com núcleo isolante rígido.

solicitações durante a montagem ou manutenção da cobertura

A cobertura deve suportar cargas transmitidas por pessoas e objetos nas fases de montagem e de manutenção.



A estrutura da cobertura deve suportar a ação de carga vertical concentrada de 1,2 kN aplicada na seção mais desfavorável, sem que ocorram falhas ou que sejam superados os limites de deslocamentos fixados em função do vão.

ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados

A cobertura não deve sofrer avarias sob a ação de granizo e de outras pequenas cargas

acidentais. O projeto deve mencionar a adequação do telhado sob ação do granizo.



Sob a ação de impactos de corpo duro, o telhado não pode sofrer ruptura ou traspasse face à aplicação de impacto com energia igual a 1 J (nível mínimo de desempenho).

sobrecargas advindas de equipamentos

O projeto da cobertura deve considerar as eventuais sobrecargas advindas de equipamentos, como condensadores, sistemas de exaustão, sistemas de aquecimento solar,

entre outros. O projeto deve indicar a forma de montagem do telhado e dos dispositivos instalados sobre a cobertura.

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

O projeto deve atender aos requisitos estabelecidos na legislação pertinente e na ABNT NBR 14432, que estabelece um tempo requerido de resistência ao fogo de 30 minutos para a estrutura do sistema de cobertura.

O projeto deve adotar premissas que dificultem a ocorrência de princípio de incêndio e estabelecer os indicadores de reação ao fogo

dos componentes do sistema de cobertura e suas implicações na propagação de chamas e geração de fumaça. Os materiais empregados na face interna do sistema de cobertura, como isolantes termoacústicos, devem ter as características de propagação de chamas controladas, de forma a atender aos requisitos estabelecidos na ABNT NBR 9442.

classificação da reação ao fogo dos produtos de construção

A norma ABNT NBR 16626 estabelece os procedimentos para a classificação da reação ao fogo dos produtos de construção.

comportamento ao fogo de telhados

De acordo com a norma ABNT NBR 16841, o desempenho de telhados expostos a um foco externo de incêndio que atinja a superfície externa está condicionado a aspectos como propagação de chamas, penetração do fogo e ocorrência de gotejamento ou queda de materiais ignizados. O desempenho não depende apenas do comportamento da

superfície exposta ao foco de incêndio, mas também da influência dos diversos componentes do telhado, como a espessura das camadas de isolamento e de barreira de vapor juntamente com os componentes de sustentação. Também pode depender da forma de ligação entre estes componentes, como adesivos ou fixações mecânicas.

incombustibilidade da chapa de aço

A chapa de aço revestido é um material incombustível, em função disso, telhas simples são incombustíveis.

IMPORTÂNCIA DO MATERIAL ISOLANTE

• O desempenho de reação ao fogo de telhas sanduíche ou painéis depende do material isolante. Consulte o fabricante do painel quanto ao desempenho de reação ao fogo de telhas e painéis com isolantes termoacústicos. A classificação da reação ao fogo deve ser comprovada por meio de laudos de ensaios.

SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO

integridade do sistema de cobertura

O sistema de cobertura não deve apresentar partes soltas ou destacáveis sob ação do próprio peso e sobrecarga de uso, colocando em risco a segurança dos usuários.

O projeto deve estabelecer a inclinação máxima do sistema de cobertura a fim de


evitar o deslizamento dos seus componentes, bem como prever e impedir, durante o uso da edificação, o risco de queda de pessoas em altura; ruptura de subsistemas ou componentes, resultando em partes cortantes ou perfurantes; desprendimento ou projeção de materiais ou componentes a partir das coberturas.

manutenção e operação

O projeto deve prever condições seguras para a montagem e manutenção da cobertura, bem como para a operação de dispositivos instalados sobre ou sob o sistema de cobertura. O projeto deve estabelecer a forma de acesso à cobertura, os detalhes de fixação de equipamentos, linhas de vida, cordas e cintos de segurança para trabalhos de manutenção. Devem ser atendidas as determinações da Norma Regulamentadora NR 35 – Trabalho em Altura, do Ministério do Trabalho, em especial, em relação aos sistemas de proteção contra quedas.



caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura

 A cobertura deve propiciar o caminhamento de pessoas, em operações de montagem, manutenção ou instalação, suportando carga vertical concentrada maior ou igual a 1,2 kN nas posições indicadas em projeto, sem apresentar ruptura, fissuras, deslizamentos ou outras falhas.

O Manual de Uso, Operação e Manutenção deve indicar a forma segura de pessoas caminharem sobre as telhas, especificando locais ou posições em que se pode pisar, cargas máximas admitidas, forma de ancoragem de tábuas para caminhamento dos trabalhadores etc. Deve

ainda ser vedada a execução de trabalhos sobre a cobertura no caso da ocorrência de garoa, chuva ou vento forte, indicando-se também que não se deve pisar sobre domos ou claraboias de vidro, policarbonato ou outro material semelhante.

aterramento da cobertura metálica

A cobertura deve ser aterrada, a fim de propiciar condução das descargas e a dissipação de cargas eletrostáticas eventualmente acumuladas nas telhas pelo atrito com o vento, bem como para inibir eventuais problemas

de corrosão por corrente de fuga (contato acidental com componentes eletrizados). Para tanto, deve atender a ABNT NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.

certificação FM APPROVALS

A certificação FM Approvals (*Factory Mutual Approvals*) se destina às instalações comerciais e industriais que buscam a garantia de produtos e serviços relacionados à prevenção de perdas patrimoniais, atendendo a padrões de qualidade, integridade técnica e desempenho.

A certificação é apoiada por ensaios de produto. O produtor é submetido a auditoria independente que demonstre que a fabricação é realizada com meios adequados e controlada por pessoal qualificado. Uma vez



obtida a homologação, a auditoria é repetida semestralmente. O fabricante pode então rotular o produto como FM Approved, e o produto é listado no Guia de Aprovação, um recurso online da FM Approvals.



ESTANQUEIDADE

condições de salubridade

A cobertura deve ser estanque à água de chuva, evitar a formação de umidade e evitar a proliferação de insetos e microorganismos.

estanqueidade do sistema de cobertura

Durante a vida útil de projeto do sistema de cobertura, não pode ocorrer infiltração de água que acarrete escoamento ou gotejamento, considerando-se as condições de exposição, as confluências e interações com componentes ou dispositivos (parafusos, calhas, componentes de ancoragem, arremates, regiões de cumeeiras, espigões, águas furtadas, oitões, encontros com paredes e subcoberturas), bem como os encontros de componentes com chaminés, tubos de ventilação, claraboias e outros, em face das movimentações térmicas diferenciadas entre os diferentes materiais em contato, aliados aos componentes.

A estanqueidade depende das sobreposições laterais e longitudinais, dos tipos de encaixes e sistema de fixação ou acoplamento das telhas, da regularidade dimensional das peças e da declividade e extensão dos panos, além dos índices pluviométricos, direção e intensidade do vento na região de implantação da edificação.

interface com sistemas de ventilação e iluminação

Quando houver aberturas para sistemas de ventilação e iluminação, essas aberturas não podem permitir infiltrações de água ou

O projeto deve detalhar as sobreposições das telhas (longitudinal e transversal); as dimensões dos panos; a declividade do sistema de cobertura face aos componentes especificados; os detalhes construtivos dos arremates, de forma a evitar avarias decorrentes de movimentações térmicas e assegurar a estanqueidade; indicar a forma de fixação dos componentes; e a ação do vento no local da edificação.

A forma de fixação dos eventuais equipamentos sobre a cobertura não deve afetar a estanqueidade das telhas de aço, ou a sua integridade; as peças em contato com as telhas devem ter material e/ou acabamento compatíveis com chapas de aço revestidas, quer seu acabamento seja natural ou pintado. Da mesma forma, o livre escoamento da água pela telha não pode ser impedido pela instalação destes dispositivos ou seus sistemas de fixação.

gotejamentos ou entrada de pássaros e insetos para o interior do edifício.



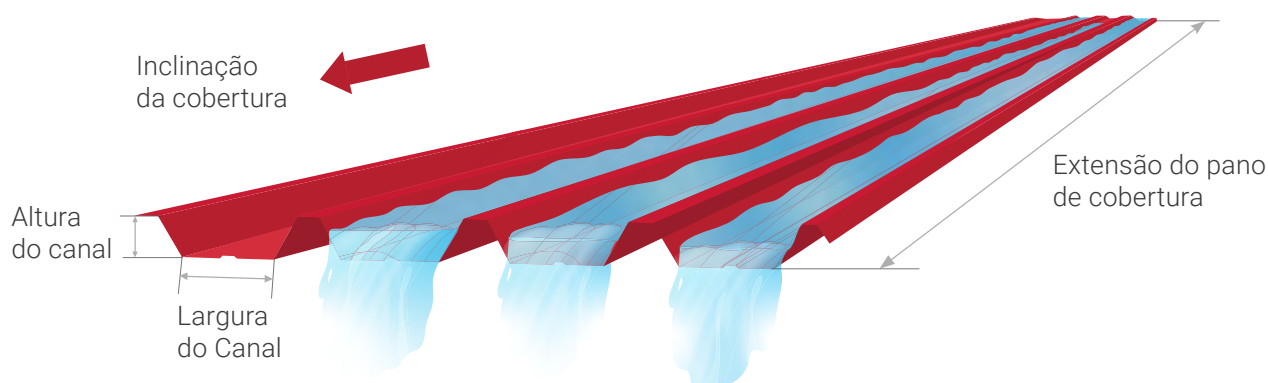
O projeto deve detalhar e posicionar os sistemas de aberturas e de saídas que atendam ao critério de estanqueidade e ventilação. Deve-se levar em consideração que muitas vezes o montador da cobertura não será o responsável pela montagem desses

dispositivos. Portanto, cabe ao responsável pela obra ou manutenção do edifício garantir que todos os aspectos de preservação da integridade da cobertura ou da fachada em aço sejam observados e respeitados pelos instaladores desses itens acessórios.

captação e escoamento de águas pluviais

O sistema de cobertura deve ter capacidade para drenar a máxima precipitação passível de ocorrer na região, não permitindo empoçamentos ou extravasamentos para o interior da edificação.

Empoçamentos podem ser causados pela demora no escoamento de águas pluviais em coberturas muito extensas ou com inclinação insuficiente.





O projeto deve considerar as disposições da ABNT NBR 10844, referente à avaliação da capacidade do sistema de captação e drenagem pluvial da cobertura; especificar os caimentos dos panos, encontros entre panos, projeção dos beirais, encaixes, sobreposições

e fixação das telhas; especificar o sistema de águas pluviais e detalhar os elementos que promovem a dissipação ou afastamento do fluxo de água das superfícies das fachadas, visando evitar o acúmulo de água e infiltração de umidade.

- Especial cuidado deve ser dado aos arremates, rufos e cumeeiras, suas sobreposições, fixações e vedação com fitas ou fechamentos de onda (tapa canal).

- A declividade do telhado e a extensão entre o ponto mais alto de captação de água e o ponto mais baixo vão determinar os perfis de telhas aptos para responder ao escoamento.

- Telhas de aço são, normalmente, peças grandes, com largura média de 1 m e comprimentos de pelo menos 3 m. Consequentemente, são ideais para uso em coberturas com volumetrias simples, sem muita alternância de planos de telhado ou interferências. No entanto, telhados com um desenho mais elaborado podem ser executados com telhas de aço, exigindo apenas que o projeto de detalhamento e a montagem estejam alinhados com a complexidade do design escolhido.

- Coberturas com pequenos caimentos e/ou grandes extensões de captação de água exigem telhas com ondas mais altas e canais de escoamento mais largos ou mesmo o uso de sistemas zipados, Roll-on ou autoportantes.

- Em pontos do telhado onde ocorrem águas furtadas e espigões, por exemplo, a telha vai precisar ser recortada na obra, na diagonal, necessitando que a linha de corte vença as sucessivas ondas altas e baixas do perfil da telha. Arremates especiais serão necessários nesses locais (cumeeira espigão e calha de água furtada), assim como um maior número de parafusos, fita de vedação e fechamentos de onda, além de uma mão de obra treinada e cuidadosa.

DESEMPENHO TÉRMICO

A radiação solar incide na cobertura e influi no comportamento térmico do edifício. Quando a radiação solar (ondas curtas) incide sobre uma superfície opaca, uma parcela da energia

é absorvida e a outra refletida. O projeto deve reduzir as trocas térmicas atuando sobre os elementos e componentes da cobertura.

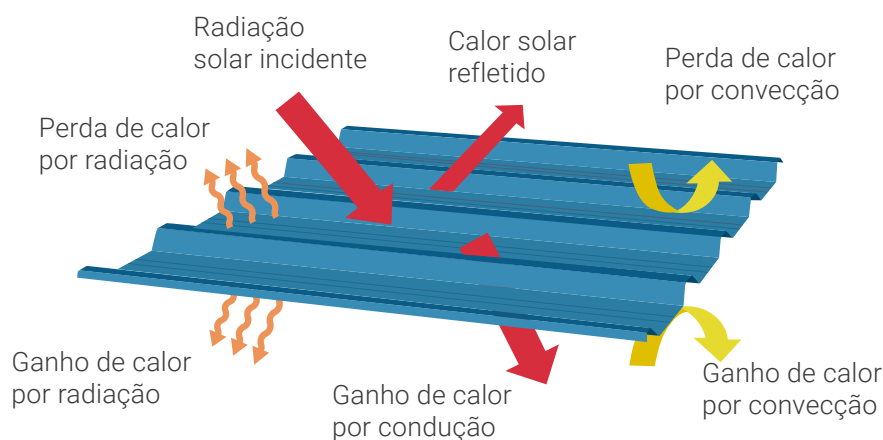


As trocas de calor entre o ambiente externo e interno da cobertura ocorrem conforme ilustrado na figura abaixo.

Os materiais isolantes reduzem a transferência de calor por condução. A resistência térmica dos isolantes é devida principalmente à grande quantidade de ar ou gás presentes entre as fibras minerais das lãs e dentro das espumas de PIR e PUR e do EPS.

Outra forma de se reduzir os ganhos de calor pela cobertura é diminuir a absorção da energia solar pelo uso de superfícies de alta refletância.

- Telhas com superfícies brilhantes ou pintadas em cores claras refletem grande parte da radiação solar incidente, reduzindo a carga térmica.



transmitância térmica de coberturas

Os valores da transmitância (U) e da resistência (R) para os principais isolantes térmicos empregados nas coberturas e fechamentos laterais de edifícios comerciais e industriais são apresentados na Tabela 4.

As transmitâncias e as resistências térmicas calculadas a título de exemplo assumiram as espessuras de isolantes mais usualmente empregadas pela construção civil em coberturas e fachadas de edificações comerciais e industriais.

Os valores de transmitância U_{iso} e resistência R_{iso} consideram apenas o núcleo isolante e sua espessura. Já a transmitância e resistência totais U_T e R_T computam a contribuição dos isolantes, das chapas de aço (embora esta

seja negligenciável) e as resistências térmicas superficiais externa (R_{se}) e interna (R_{si}) adotadas pela ABNT NBR 15220-2. Estas últimas consideram as trocas térmicas por radiação e por convecção entre as superfícies do material e os ambientes externo e interno e dependem da posição da superfície e da direção do fluxo de calor, motivo pelo qual a tabela apresenta valores para cobertura com fluxo de calor descendente (o caso mais comum) e para fechamentos laterais (fluxo horizontal).

A Tabela 4 tem caráter apenas informativo e valores específicos devem ser calculados com maior precisão, levando-se em conta as particularidades dos produtos considerados na solução de isolamento térmico do projeto da edificação.

Tabela 4 – Resistência e Transmitância Térmica de Isolantes

Parâmetros de comportamento térmico		Unidade	Símbolo	EPS	PIR	LV	LR
Coeficiente de condutibilidade térmica ¹		W/(m.K)	λ	0,040	0,030	0,045	0,045
Espessura de isolante usualmente empregada ²		mm	e	40	30	63	50
Resistência térmica do isolante (e/λ)		(m ² .K)/W	R_{iso}	1,00	1,00	1,40	1,11
Transmitância térmica do isolante (λ/e)		W/(m ² .K)	U_{iso}	1,00	1,00	0,71	0,90
Para fluxo de calor descendente (coberturas ⁵)	Resistência térmica total ³	(m ² .K)/W	R_T	1,20	1,20	1,61	1,32
	Transmitância térmica total ⁴	W/(m ² .K)	U_T	0,83	0,83	0,62	0,76
Para fluxo de calor horizontal (fachadas)	Resistência térmica total ³	(m ² .K)/W	R_T	1,18	1,18	1,59	1,28
	Transmitância térmica total ⁴	W/(m ² .K)	U_T	0,85	0,85	0,63	0,78

EPS: poliestireno expandido, PIR: poliisocianurato, LV: lã de vidro, LR: lã de rocha.

1 Valores médios indicados pela norma ABNT NBR 15220 parte 2. Fabricantes de telhas, painéis e sistemas termoacústicos podem ter produtos com coeficientes de condutibilidades térmicas diferentes das indicadas, consulte fornecedor.

2 Espessuras usualmente empregadas pelo mercado em sistemas sanduíches para situações convencionais em edificações industriais e comerciais.

3 Considerando as resistências térmicas superficiais conforme ABNT NBR 15220 parte 2.

4 $U_T = 1/R_T$

5 Situação de coberturas com fluxo de calor descendente em função de ganho de calor solar e/ou temperatura externa maior do que a interna.

A norma ABNT NBR 15220-1 apresenta na Tabela 5 os valores indicativos de absorptância (α) para radiação solar e emissividade (ϵ) para alguns materiais e na Tabela 6 os valores indicativos para pinturas.

Tabela 5 – Valores de absorptância e emissividade

Tipo de superfície - Material	Absorptância (α)	Emissividade (ϵ)
Chapa de aço galvanizada (nova e brilhante)	0,25	0,25
Chapa de alumínio (nova e brilhante)	0,05	0,05
Chapa de alumínio (oxidada)	0,15	0,12
Telha de fibro cimento ¹	0,70	0,90
Telha de barro	0,75 / 0,80	0,85 / 0,95
Concreto aparente	0,65 / 0,80	0,85 / 0,95
Tijolo aparente	0,65 / 0,80	0,85 / 0,95
Reboco claro	0,30 / 0,50	0,85 / 0,96
Revestimento asfáltico	0,85 / 0,98	0,90 / 0,98

Valores conforme ABNT NBR 15220-2, exceto telha de fibrocimento

1 Valores médios diversas fontes

Tabela 6 – Valores de absorvência e emissividade para pinturas

Tipo de superfície - Pintura	Absorvência (α)	Emissividade (ϵ)
Branca	0,20	0,90
Amarela	0,30	0,90
Verde clara	0,40	0,90
“Alumínio”	0,40	0,50
Verde escura	0,70	0,90
Vermelha	0,74	0,90
Preta	0,97	0,90

Valores conforme ABNT NBR 15220-2.

- Telhas de aço podem ser fornecidas com revestimentos pré-pintados com alto SRI (*Solar Reflectance Index*), que atendem às exigências do LEED¹ (*Leadership in Energy and Environmental Design*) para “coberturas frias” (*Cool Roofs*).

¹ O LEED é um sistema de certificação para desempenho ambiental. Um dos pontos avaliados é o aquecimento ambiental proveniente das “ilhas de calor” – áreas cobertas (ou pavimentadas) que absorvem o calor do sol e o retornam para o meio ambiente por estarem aquecidas. As “ilhas de calor” são percebidas como regiões cuja temperatura é maior do que aquela de área de terreno natural, coberta por vegetação nativa.

Uma superfície (no caso uma cobertura) com um alto SRI não só irá absorver pouco calor, refletindo para o espaço a maior parte dele como radiação térmica, como também terá uma alta emissividade, irradiando de maneira eficiente o calor que foi absorvido e com isso mantendo a temperatura desta superfície mais baixa. Com menores temperaturas, uma “cobertura fria” irá demandar menos energia para condicionamento de ar ou ventilação

mecanizada e irá trocar menos calor com o ar externo e interno, contribuindo para reduzir as emissões de carbono e o aquecimento global.



O projeto deve atender às exigências de conforto térmico dos usuários, considerando-se a região de implantação da obra e as respectivas características bioclimáticas definidas na ABNT NBR 15220-3.

DESEMPENHO ACÚSTICO

Para projetos de habitações ou de edifícios que necessitam de comprovado desempenho acústico, recomenda-se envolver especialista em acústica desde a fase de estudo preliminar do empreendimento ou, ainda,

desde a prospecção do terreno. A topografia, implantação e volumetria do edifício, bem como disposição dos espaços internos, influenciam diretamente no desempenho acústico.



Dada a complexidade do assunto, esta recomendação vale para qualquer situação na qual o conforto acústico tenha destaque entre as características de desempenho que a edificação precise atender. Um consultor de acústica poderá indicar a solução mais eficiente e com melhor relação custo x benefício para cada situação particular, seja ela de isolamento acústico, absorção acústica ou ambas.

Em relação à absorção acústica, a atenuação do ruído interno pode ser aumentada por

sistemas compostos na face interna por chapa de aço perfurada e lã mineral. As perfurações permitem a passagem do som que é absorvido pelas mantas ou painéis de material isolante que compõem o núcleo do sistema sanduíche.

Cabe ao construtor, incorporador ou especificador do projeto arquitetônico exigir de seus fornecedores laudos técnicos que comprovem o desempenho acústico dos elementos construtivos especificados para suas obras, para respaldar os cálculos acústicos.



Para o desempenho acústico, são considerados o isolamento de sons aéreos do conjunto fachada/cobertura de edificações.

DURABILIDADE

As condições de exposição do edifício devem ser especificadas em projeto, a fim de possibilitar uma análise da vida útil de projeto (VUP) e da durabilidade do edifício e seus sistemas.


As condições de exposição devem ser consideradas por ocasião da escolha dos revestimentos metálico e orgânico da chapa de aço das telhas e painéis. Em um ambiente industrial ou marinho, pode ser necessário o uso de um revestimento metálico de maior

gramatura, ou, o que é mais usual, de um sistema pré-pintado de alta camada aplicado do lado externo da chapa e que faça uso de resinas mais resistentes à agressividade desses ambientes. De forma similar, a pré-pintura da face interna pode ser adaptada aos casos nos quais umidade ou agentes agressivos estejam presentes no interior do edifício em decorrência de processos produtivos ou de materiais estocados. Nestes casos, sempre consultar o fornecedor.

vida útil de projeto dos sistemas de cobertura

Projetistas, construtores e incorporadores são responsáveis pelos valores teóricos de vida útil de projeto que podem ser confirmados por meio de atendimento às normas. O valor atingido de vida útil (VU) depende do correto

uso e da operação do edifício e de suas partes, a constância e efetividade das operações de limpeza e manutenção, alterações climáticas e níveis de poluição no local e de mudanças no entorno ao longo do tempo.

 No caso de habitações, apresentar vida útil de projeto conforme períodos especificados na Parte 1 da ABNT NBR 15575, desde que o sistema de cobertura seja submetido a intervenções periódicas de manutenção e conservação.


 Para a cobertura, a vida útil de projeto (VUP) é maior ou igual a 20 anos (desempenho mínimo), e a vida útil do telhamento é de 13 anos (mínimo) conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – VUP para cobertura e seus elementos e componentes

Elementos e Componentes da Cobertura	Vida Útil (anos)		
	Mínima	Intermediária	Superior
Estrutura da cobertura e coletores de águas pluviais embutidos	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Telhamento	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Calhas de beiral e coletores de águas pluviais aparentes, subcoberturas facilmente substituíveis	≥ 4	≥ 5	≥ 6
Rufos, calhas internas e demais complementos (de ventilação, iluminação, vedação)	≥ 08	≥ 10	≥ 12

* Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção entregue ao usuário, elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037.

conformidade técnica

Para garantir que o usuário tenha assegurada a qualidade requerida do produto, as normas técnicas estabelecem requisitos mínimos obrigatórios e a sua observância é fundamental para proporcionar não apenas a durabilidade da edificação, mas também a inexistência de riscos ao patrimônio e à segurança do usuário.

A não-conformidade de materiais e componentes de sistemas de cobertura e fachadas resulta em edificações de baixa qualidade, afetando o habitat e os usuários das edificações. Ela aumenta o desperdício, diminui a produtividade das atividades desenvolvidas nas edificações e gera impacto ambiental.

A conformidade técnica é estabelecida por um amplo arcabouço de leis como o Código Civil e o Código de Defesa do Consumidor.



MANUTENIBILIDADE

O projeto do edifício e de seus sistemas deve ser adequadamente planejado, de modo a possibilitar os meios que favoreçam as inspeções prediais e as condições de manutenção. Na gestão de manutenção, deve-

se atender à ABNT NBR 5674, para preservar as características originais da edificação e minimizar a perda de desempenho decorrente da degradação de seus sistemas, elementos ou componentes.

estabilidade da cor de telhas

O projeto deve especificar gama de cores que atendem ao requisito de estabilidade de cor e informar os tempos necessários para

manutenção, em face das alterações ao longo do tempo.

manual de operação, uso e manutenção das coberturas

O manual a ser fornecido pelo construtor ou pelo incorporador deve contemplar as instruções práticas para a conservação do sistema de cobertura conforme à ABNT NBR 14037.

O projeto deve indicar as características gerais de funcionamento dos componentes, aparelhos

ou equipamentos constituintes da cobertura, ou que com esta interfiram ou guardem direta relação; as recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada; e a periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções e manutenções.

diretrizes para o estabelecimento de prazos de garantia

A contagem dos prazos de garantia indicados inicia-se a partir da expedição do “Habite-se” ou “Auto de Conclusão”, ou outro documento legal

que ateste a conclusão das obras. É recomendado se estabelecer no mínimo 5 anos de garantia para telhados e estruturas de cobertura.

DESEMPENHO AMBIENTAL

declaração ambiental de produto

As Declarações Ambientais de Produtos (DAP) são documentos que agrupam informações dos impactos ambientais de um produto ou de sistema obtidos graças à realização de uma Análise do Ciclo de Vida (ACV).

Recomenda-se aos projetistas que solicitem aos fabricantes de materiais e componentes as informações da Declaração Ambiental de Produto (DAP) de forma a subsidiar a tomada de decisão na avaliação do impacto que materiais e componentes possam provocar ao meio ambiente.

certificações de desempenho ambiental

Coberturas e fechamentos em aço contribuem na obtenção de selos e certificações de desempenho ambiental, por utilizarem materiais recicláveis e soluções de montagem racionalizadas, com baixos desperdícios. Elas ainda promovem a melhoria de desempenho energético do edifício graças à performance termoacústica dos sistemas de cobertura e fachada. As certificações trazem incentivo à compra de materiais de fabricantes que possuam responsabilidade socioambiental.

As certificações ambientais como LEED, AQUA, Selo Azul, entre outras, ampliam a questão da conformidade evidenciando que sustentabilidade depende de qualidade e formalidade.

As certificações ambientais valorizam créditos que os sistemas de cobertura em aço podem reforçar em função dos seguintes fatores:

- limitação de incômodos no canteiro de obras graças às operações de montagem e pré-fabricação de elementos e sistemas;
- menor geração de componentes particulados (poeira) nos processos construtivos;
- possibilidade de desmontagem do sistema e de reaproveitamento de componentes com maior facilidade na segregação e destinação à reciclagem de sobras e rejeitos;
- maior adaptabilidade da cobertura ao longo do tempo, facilitando ações de ampliação e mudanças do edifício.

Além disso, colaborando no desempenho ambiental, as coberturas em aço podem incorporar sistemas de captação de águas pluviais para reuso, bem como abrigar sistemas fotovoltaicos propiciando a produção de energia renovável.



coberturas com painéis fotovoltaicos

Quando a cobertura incorporar painéis fotovoltaicos, o projeto deve atentar para a sobrecarga adicional dos painéis e dedicar

especial cuidado no sistema de fixação dos painéis às ondas das telhas para que não haja danos à estanqueidade da cobertura.



BIM E O PROJETO DE COBERTURAS

BIM (*Building Information Modeling*) é uma plataforma da tecnologia da informação aplicada à construção civil. O BIM permite gerenciar o processo de projetar uma edificação, ensaiar seu desempenho e estabelecer a gestão das informações durante todo o ciclo de vida do edifício.

As telhas de aço podem ser objetos BIM com atributos de informações paramétricas. No entanto, não basta um objeto ser 3D para ser BIM. Soluções que possibilitam apenas a modelagem e a visualização gráfica em 3D com objetos que apresentem unicamente informações da sua própria geometria não podem ser associados a ferramenta BIM. Para que o objeto “Telha” ou “Painel” possa ser

manipulado na plataforma BIM ele precisa ser um objeto paramétrico e inteligente e que possa ser alvo de atualizações automáticas.

O BIM permite a rápida visualização em 3D do que está sendo projetado e a extração automática das quantidades de componentes, a realização de simulações e ensaios virtuais, bem como, a identificação automática de interferências (geométricas e funcionais).

Por exemplo, no objeto “telha”, a definição de pontos de inserção e de alinhamento, precisam considerar características geométricas que correspondam aos cobrimentos e sobreposições, especificados pelos fabricantes.

Consulte o fabricante para conhecer as possibilidades de parametrização de telhas e painéis e as bibliotecas de objetos disponíveis.

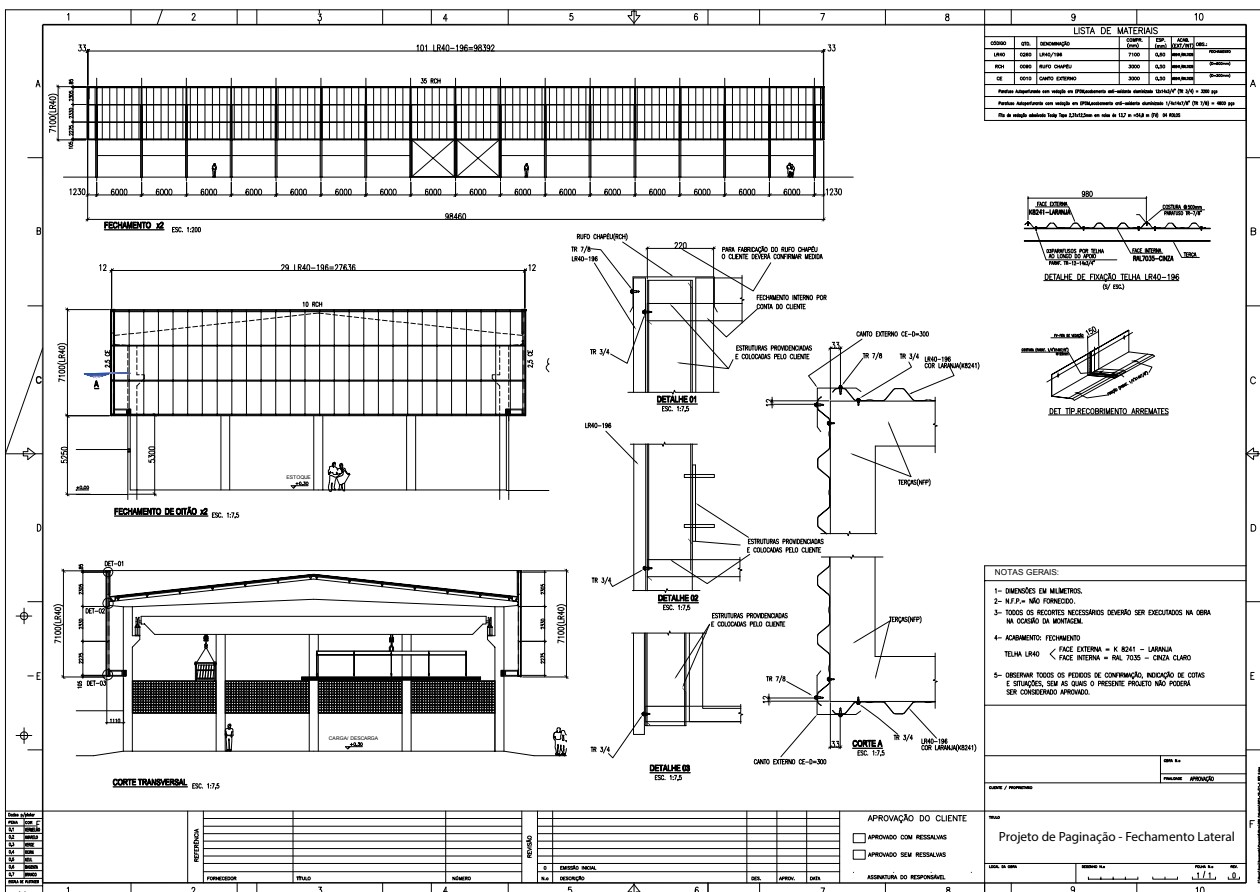
PROJETO DE PAGINAÇÃO

Chama-se de projeto de paginação de uma cobertura ou de um fechamento lateral aos desenhos realizados com o objetivo de se levantar as quantidades e as dimensões das telhas ou painéis termoacústicos que serão necessários à obra. Ele será o elo entre o projeto arquitetônico, o projeto estrutural, o pedido de compra e o que será efetivamente fabricado e fornecido.

É usual o projeto de paginação ser elaborado ou pelo fabricante das telhas ou pelo fornecedor da estrutura metálica, podendo ainda estar no escopo da construtora ou ser entregue a um profissional contratado para essa finalidade. Normalmente é o projeto de arquitetura que especifica o produto que vai ser utilizado como

o tipo de perfil da telha ou o tipo de painel termoacústico, as cores dos acabamentos externo e interno quando se tratar de material pintado, o posicionamento das peças em uma fachada (na vertical ou na horizontal, dependendo do partido arquitetônico) e as áreas em que o produto será aplicado.

Já o projeto da estrutura fornece informações que irão permitir o levantamento dimensional de peças como telhas e painéis – cujo comprimento depende do posicionamento das terças de apoio, e também a determinação da largura e ângulo das abas dos rufos, arremates e cumeeiras. Desta forma, tanto o desenho de arquitetura quanto o da estrutura da cobertura e das fachadas são a base para o trabalho do





projetista que irá fazer o projeto de paginação. Nele o projetista vai colocar os diversos planos de telhado e de fachadas, indicando o número de telhas ou painéis necessários, o seu comprimento e posicionamento.

Detalhes do projeto deverão mostrar os locais de aplicação dos diversos arremates de acabamento, assim como os pontos de fixação de todas as peças, informando o tipo e critério de uso dos diversos fixadores a serem empregados nos apoios e nas costuras de chapa com chapa. O uso de fita de vedação e fechamentos de onda, assim como de qualquer outro item acessório pertinente

ao projeto deve estar contido no desenho de paginação.

Finalmente, o projeto de paginação deve fornecer a lista de material, escopo do fornecimento, nela informando o tipo de telha, painel ou arremate, a espessura da chapa de aço, comprimento da peça, acabamento, tipos e quantidades dos fixadores, vedações e demais itens acessórios. Após a aprovação do projeto pelo cliente ou por um preposto dele, esta lista de materiais fornecida pelo projeto de paginação será usada para gerar a relação definitiva de materiais que serão fabricados e/ou fornecidos pelo fabricante de telhas de aço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

capítulo 1

ABNT **NBR 6673**: Produtos planos de aço - Determinação das propriedades mecânicas à tração. 1981.14 p.

ABNT **NBR 7008-1**: Chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou liga zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente - Parte 1: Requisitos. 2021. 8 p.

ABNT **NBR 7008-2**: Chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou liga de zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente. Parte 2: Aços de qualidade comercial e para estampagem. 2021. 3 p.

ABNT **NBR 7013**: Chapas e Bobinas de Aço Revestidas pelo Processo Contínuo de Imersão a Quente - Requisitos Gerais. 2013. 10p.

ABNT **NBR 14513**: Telhas de aço de seção ondulada e trapezoidal – requisitos. 2022. 11 p.

ABNT **NBR 14762**: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas de perfis conformados a frio. 2010. 87 p.

ABNT **NBR 15578**: Bobinas e chapas de aço revestidas com liga 55% alumínio - Zinco pelo processo contínuo de imersão a quente – Especificação. 2008. 8 p.

ABNT **NBR 16990**: 2021 - Bobinas e chapas de aço revestidas com liga Zinco-Alumínio-Magnésio pelo processo contínuo de imersão a quente – Requisitos. 2021. 7 p.

APERAM. **O que é aço inoxidável?** Disponível em: <https://www.aperam.com/pt-br/o-que-e-aco-inoxidavel/>. Acesso em abril/2022.

ARCELORMITTAL. **Catálogo de produtos laminados**. Aços Planos América Latina – Brasil. Edição 2015. 52 p.

ARCELORMITTAL BRASIL. **Catálogo Galvalume**. Disponível em: <https://brasil.arcelormittal.com/pdf/produtos-solucoes/catalogos/cartilha-galvalume.pdf?asCatalogo=pdf>. Acesso em abril/2022.

ARCELORMITTAL EUROPE. **Magnelis. Think Strategy**. 2020. 56 p.

COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL. CSN. **Galvalume**. Disponível em: <https://www.csn.com.br/homepage/acos-planos/galvalume>. Acesso em abril/ 2022

COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL. CSN. **Zincados**. Catálogo. Sem data. 40 p.

CONI, N. H. S. **Estudo das Propriedades Mecânicas do Aço Zincado por Imersão à Quente e Galvalume produzidos na CSN-PR**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004. 98 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9223**: Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Classification, determination and estimation. International Organization for Standardization, Génève, 2012. 15 p.

INTERNATIONAL ZINC ASSOCIATION. **GalvInfoNote 1.2. Hot-Dip Coated Sheet Products**. Rev 1.2 Aug 2017. 4 p.

METAL CONSTRUCTION ASSOCIATION (MCA) - **Metal Roof Installation Manual**. Chicago, IL, 2014. 303 p.

USIMINAS. **Galvanizados por imersão a quente**. Catálogo. 2015. 21 p. Disponível em: <https://>

www.usiminas.com/produtos/galvanizados-por-imersao-a-quente/. Acesso abril/ 2022.

PANNONI, F. D. **Projeto e durabilidade**. Serie Manual de Construção em Aço. Segunda edição. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / CBCA, 2017. 116 p.

capítulo 2

COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL. CSN. **Pré-pintado**. Disponível em: <https://www.csn.com.br/homepage/acos-planos/pre-pintado/>. Acesso em junho/ 2022

SOUFER. **Pós-pintadas**. 1 p. Disponível em: www.soufer.com.br/PDF/Pos%20pintada.pdf. Acesso julho/22.

TEKNO KROMA. **O metal pré-pintado na construção civil. Qual a melhor opção para sua obra?** 21 p. Disponível em: https://conteudo.teknokroma.com.br/landing-page-ebook-construcao-civil?utm_campaign=ebook-ccivil&utm_medium=referral&utm_source=popup-site&utm_content=popup-ebook-ccivil. Acesso junho/ 2022.

capítulo 3

ABNT **NBR 14513**: Telhas de aço de seção ondulada e trapezoidal – requisitos. 2022. 11 p.

ABNT NBR **15220:2** - Desempenho térmico de edificações. Parte 2 – Componentes e elementos construtivos das edificações – Resistência e transmitância térmica – Métodos de cálculo (ISO 6946:2017 MOD). 2022. 47 p.

ABNT **NBR 16373** - Telhas e painéis termo acústicos – Requisitos de desempenho. 2015. 9 p.

ARCELORMITTAL PERFILOR. **Guia de especificação**. 2020. 25 p. Disponível em: <https://perfilor.com.br/campanha/catalogo> Acesso em: abril/ 2022.

KINGSPAN ISOESTE. **Catálogo de produtos**. Versão 40 / 16.03.22. Disponível em: <https://kingspan-isoeste.com.br/catalogos/>. Acesso em: abril/2022.

capítulo 4

ABNT NBR **15220:2** - Desempenho térmico de edificações. Parte 2 – Componentes e elementos construtivos das edificações – Resistência e transmitância térmica – Métodos de cálculo (ISO 6946:2017 MOD). 2022. 47 p.

MARKO ROLL ON. **Catálogo Prata**. 2019. 34 p.

REVISTA PROJETO. **EA/UFMG e José Eduardo Ferolla: Centro de Treinamento Esportivo**. Disponível em: <https://revistaprojeto.com.br/acervo/eaufmg-e-jose-eduardo-ferolla-centro-de-treinamento-esportivo>. Acesso em: setembro/2022.

capítulo 5

ABNT **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. 1988. Versão Corrigida 2013. 66 p.

ARCELORMITTAL PERFILOR. **Guia de especificação**. 2020. 25 p. Disponível em: <https://perfilor.com.br/campanha/catalogo>
Acesso em: abril/ 2022.

METAL CONSTRUCTION ASSOCIATION (MCA) - **Metal Roof Installation Manual**. Chicago, IL, 2014. 303 p.

KINGSPAN. **Manual de recepção e Armazenamento para produtos Kingspan Isoeste**. 4 p. Disponível em: <https://downloads.kingspan-isoeste.com.br/Manuais/Manual-de-Recebimento-e-Armazenamento-Br.pdf>. Acesso julho/ 2022.

capítulo 6

ABNT **NBR 5419** - Proteção contra descargas atmosféricas. 2015. 67 p.

ABNT **NBR 5674** - Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. 2012. 25 p.

ABNT **NBR 6123** - Forças devidas ao vento em edificações. 1988. Versão Corrigida 2013. 66 p.

ABNT **NBR 9442** - Materiais de construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante. 2019. 20 p.

ABNT **NBR 10844** - Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento. 1989. 13 p.

ABNT **NBR 14037** - Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. 2011. Versão Corrigida 2014. 16 p.

ABNT **NBR 14432** - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento. 2001. 14 p.

ABNT **NBR 15220:1** - Desempenho térmico de edificações. Parte 1: Definições, símbolos e unidades. 2005. 8 p.

ABNT **NBR 15220:2** - Desempenho térmico de edificações. Parte 2 – Componentes e elementos construtivos das edificações – Resistência e transmitância térmica – Métodos de cálculo (ISO 6946:2017 MOD). 2022. 47 p.

ABNT **NBR 15220:3** - Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. 2005. 30 p.

ABNT **NBR 15575:1** - Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. 2021. 98 p.

ABNT **NBR 15575:5** - Edificações habitacionais – Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. 2021. 78 p.

ABNT **NBR 16366** - Qualificação de pessoas para a construção civil - perfil profissional do telhadista. 2015. 15 p.

ABNT **NBR 16626** - Classificação da reação ao fogo de produtos de construção. 2017. 35 p.

ABNT **NBR 16775** - Estruturas de aço, estruturas mistas de aço e concreto, coberturas e fechamentos de aço – Gestão dos processos de projeto, fabricação e montagem – Requisitos. 2020. 24 p.

ABNT **NBR 16841** - Comportamento ao fogo de telhados e revestimentos de cobertura submetidos a uma fonte de ignição externa. 2020. 8 p.

BENITE, A. e al - **Manual da Sustentabilidade da Construção em Aço**. 1º Edição. Rio de Janeiro. Instituto Aço Brasil: CBCA, 2019. Série Manual de Construção em Aço. 84 p.

BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. **Código de Defesa do Consumidor**, Brasília, 12 set. 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078compilado.htm Acesso em: abril 2022

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. **Código Civil**, Brasília, 11 jan. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406compilada.htm Acesso em: abril 2022

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da norma regulamentadora n.º 35 - trabalho em altura - incluindo anexos I e II e alteração do item 35.5 NR -35 comentada**. 2018

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – **CBIC. Coletânea de Implementação BIM para Construtoras e Incorporadoras** – vols. 1-5. Brasília, 2016.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - **CBIC. Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. 300 p.

DEL MAR, C. P. - **Normalização e Normas Técnicas / Desempenho e Vida Útil / Garantias e Responsabilidades (panorama jurídico)** in Construmetal 2016. 49 p.. Disponível em: <http://www.abcem.org.br/construmetal/downloads/apresentacoes-2017/apresentacao-carlos-del-mar-2016.pdf> . Acesso em abril 2022.

PRO ACÚSTICA. **Manual ProAcústica sobre a Norma de Desempenho ABNT NBR 15575:2021**- Acústica. Guia prático sobre cada uma das partes relacionadas à área de acústica nas edificações da Norma ABNT NBR 15575:2021 Edificações habitacionais - Desempenho. Março de 2022. 50 p.

VITTORINO, F.; SATO, N. M. N.; AKUTSU, M. **Desempenho térmico de isolantes refletivos e barreiras radiantes aplicados em coberturas**. In: Encontro Nacional e Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, ENCAC, Paraná, 2003.

GLOSSÁRIO

As definições referentes a transmissão de calor são as adotadas pela norma ABNT NBR 15220:1-Desempenho Térmico de Edificações. Definições, símbolos e unidades.

As definições referentes a alguns componentes de telhado são baseadas na ABNT NBR 16366 - Qualificação de pessoas para a construção civil - perfil profissional do telhadista.

Absortância à radiação solar (α): quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície.

Água de um telhado: cada uma das superfícies inclinadas da cobertura, também conhecida como “pano” do telhado.

Água furtada: ângulo reentrante formado no encontro das águas do telhado por onde correm as águas pluviais. Rincão.

Alma da telha: trecho inclinado do trapézio que forma a seção transversal de uma telha trapezoidal.

Área de contribuição do telhado: a área de um telhado responsável pela captação da água da chuva que contribui para o volume a ser escoado pelo sistema de drenagem considerado.

Beiral: prolongamento do telhado para além da parede externa, protegendo-a da ação das chuvas.

Bit: nervura feita em um trecho plano de uma chapa de aço para aumentar a sua resistência.

Caimento: inclinação de uma cobertura, em graus ou porcentagem, medida com relação à horizontal.

Condutividade térmica (λ) – unidade W/(m.K): propriedade física de um material homogêneo e isotrópico, no qual se verifica um fluxo de calor constante, com densidade de 1 W/m², quando submetido a um gradiente de temperatura uniforme de 1 Kelvin por metro.

Clip: dispositivo similar a um grampo, fixado na estrutura da cobertura, e no qual as telhas zipadas são fixadas quando é feita a costura mecânica das telhas (zipagem).

Cumeeira: parte mais alta de um telhado, onde se encontram as superfícies inclinadas (águas). Componente complementar, cuja função é promover a vedação do encontro das telhas no cume de duas águas opostas.

Emissividade (ϵ): quociente da taxa de radiação emitida por uma superfície pela taxa de radiação emitida por um corpo negro, à mesma temperatura.

Emitância (E) - unidade W/m²: taxa de emissão de radiação por unidade de área.

Espigão: ponto culminante de um telhado, que divide as águas de uma cobertura.

Faixa: sequência de telhas no sentido do seu comprimento.

Flecha: deformação perpendicular no centro do vão entre apoios em uma telha ou painel provocada pela carga aplicada.

Oitão: parede exterior perpendicular à cumeeira e paralela aos pórticos principais.

Pano de telhado: ver **Água**.

Pingadeira: componente aplicado na face inferior do beiral, cuja função é provocar imediato gotejamento da água.

Platibanda: moldura contínua que contorna a construção acima dos telhados formando uma proteção ou “camuflagem” do telhado.

Refletância (ρ): quociente da taxa de radiação solar refletida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície.

Resistência térmica (R) - unidade $(m^2.K)/W$: quociente da diferença de temperatura verificada entre as superfícies de um elemento

ou componente construtivo pela densidade de fluxo de calor, em regime estacionário.

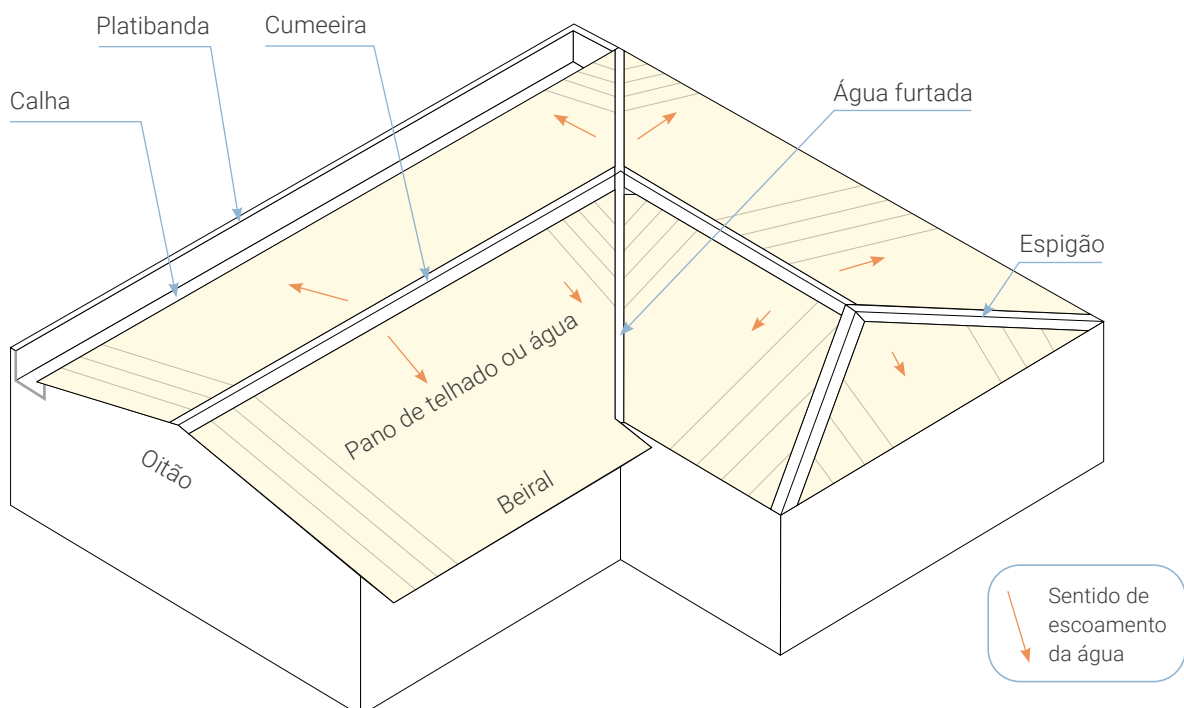
Rufo: componente que, no encontro de telhados e paredes, evita a penetração das águas das chuvas nas construções.

Transmitância térmica (τ) - unidade $W/(m^2.K)$: Inverso da resistência térmica.

Terça: componente secundário do telhado, paralelo à cumeeira, que é fixado às estruturas principais, que suporta as telhas da cobertura; em fachadas, pode estar disposto no sentido horizontal ou vertical.

Sobrecarga – unidade kgf/m^2 ou daN/m^2 : esforço que atua em uma telha ou outra superfície considerada neste manual pela combinação de peso próprio, ação do vento, sobrecarga útil ou qualquer outra ação externa.

Sucção: Pressão efetiva abaixo da pressão atmosférica de referência (sinal negativo).



CRÉDITOS DAS FOTOS E ILUSTRAÇÕES

As ilustrações que constam desta página foram baseadas ou adaptadas a partir de desenhos ou esquemas de terceiros e o crédito é dado ao desenho original.

capa

Foto: Pedro Kok. Terminal de Ônibus Batistini, 23 Sul Arquitetos. S. B. do Campo/ SP, 2020

introdução

Foto: Nelson Kon. Centeranel Condomínio Logístico, Arq. Paulo Bruna. São Paulo/SP, 2011

capítulo 1

Foto: Kingspan Isoeste. Centro de Distribuição Boticário. São Gonçalo dos Campos/ BA
Ilustração: Linha de galvanização adaptada de desenho CSN

Foto: André Kopsch/ Linha de galvanização da ArcelorMittal Vega
Ilustração: Cristal Normal e cristal minimizado adaptada de CSN
Foto: Silvia Scalzo. Telhas inox. Casa Cor BH

capítulo 2

Foto: Nelson Kon. Colégio Positivo, Arq. Manoel Coelho - Curitiba/PR, 2013
Foto: Edson de Miranda. Bobinas pré-pintadas

Ilustração: Linha de pré-pintura adaptada de desenho Tekno
Ilustração: Camadas da chapa pré-pintada adaptada de Tekno

capítulo 3

Foto: Celso Pilati. Gráfica e Editora Posigraf, Arq. Maurício Melara. Curitiba/PR
Foto: ArcelorMittal Perfilor. Perfiladeira
Foto: Pedro Kok. Terminal de Ônibus Batistini, 23 Sul Arquitetos. S. B. do Campo/ SP, 2020
Foto: Nelson Kon. Escola Beacon, Andrade e Morettin Arquitetos. São Paulo/SP, 2018
Ilustração: Perfil bandeja Perfilor
Ilustração: Telha Calandrada Perfilor
Foto: Moskow. Terminal Sulacap, Jozé Candido Arquitetos. Rio de Janeiro/ RJ

Foto: Raphael Silva. Telha multidobra
Ilustração: Telha Multidobra Perfilor
Foto: Nelson Kon. Colégio Positivo, Arq. Manoel Coelho. Curitiba/PR, 2013
Foto: Kingspan Isoeste – Telha colonial. Hípica Chácara Flora. Poços de Caldas/ MG
Ilustração: Soufer. Seção de Telha Sanduíche em EPS
Foto: ArcelorMittal Perfilor. Shopping Carapicuíba
Ilustração: Kingspan Isoeste. Telha Sanduíche em PIR

Ilustração: Perfilor - Telha Sanduíche em PIR
Foto: ArcelorMittal Perfilor. Diferentes cores do arremate e da telha

Ilustrações: Kingspan Isoeste. Cumeeiras, Rufos e Arremates

capítulo 4

Foto: Eduardo M. Santos e Juliano Nemer. Centro de Treinamento Esportivo da UFMG, Arq. José Eduardo Ferolla, Arq. Eduardo M. Santos, Arq. Juliano Nemer, Leandro S. Onofre, Janaina Marx. Belo Horizonte/ MG, 2015

Ilustração: Perfilor. Telha zipada

Foto: Edson de Miranda. Clipe de fixação

Foto: Edson de Miranda. Máquina de zipar

Fotos: Perfilor. Perfilação no nível da cobertura

Ilustração: Kingspan Isoeste. Tipos de telhas zipadas

Ilustração: Perfilor. Tipos de telhas zipadas

Foto: Kingspan Isoeste. Garten Shopping Joinville, Arq. Manoel Dória

Foto: Roberto Afetian. Sistema Marko Roll-on. Centro de Distribuição. Jundiaí/ SP

Ilustração: Marko Roll-on. Bobina de aço revestido desenrolando sobre a cobertura

Ilustração: Marko Roll-on. Perspectiva do sistema Marko Roll-on

Foto: Roberto Afetian. Interior de edifício com Sistema Marko Roll-on. Centro de Distribuição. São João de Meriti/ RJ

Foto: Nelson Kon. Estação Imbuí, JBMC Arquitetura & Urbanismo. Salvador/BA, 2015

Ilustração: Perfilor – Sistema termoacústico

Foto: Nelson Kon. Estação de Metrô Santos Imigrantes, Fernandes Arquitetos. São Paulo

Foto: Edson de Miranda. Estação de Metrô Santos Imigrantes. Detalhe Cobertura

capítulo 5

Foto: Silvia Scalzo. Montagem de cobertura em telhas de aço. Centro Olímpico Rio de Janeiro

Ilustrações: Descarga e montagem adaptadas de desenho Perfilor

capítulo 6

Foto: Leonardo Finotti. Hangar Gol, Metro Arquitetos - Confins/MG, 2006

Ilustração: Linha de vida em coberturas adaptada Kingspan Isoeste

Ilustração: FM Global. FM Approved

Foto: Kingspan Isoeste. Interface com sistemas de iluminação e ventilação

Ilustração: Trocas de calor no telhado adaptada de VITTORINO; SATO; AKUTSU (2003).

Ilustração: Kingspan Isoeste. Sistema de fixação de painéis fotovoltaicos em telhas de aço.

Ilustração: Projeto de paginação adaptado de Perfilor

contra-capas

Foto: Leonardo Finotti. Edifício H30, BCMF Arquitetos. Belo Horizonte/MG.



ABCEM

Associação Brasileira da
Construção Metálica

ISBN: 978-85-68391-04-4

CD



9 788568 391044



NOV
2022