



Centro Brasileiro da Construção em Aço

DIÁLOGO ENTRE ESTRUTURAS E COMPONENTES DE AÇO E A CONSTRUÇÃO MODULAR

EXPOAÇO

ARQ. SILVIA SCALZO
6 DE AGOSTO DE 2024



- O que é o CBCA
- Novos contextos na construção
- Construção Modular – Componentes e Elementos
- Chassis e os Tipos de Perfis
- Aços Estruturais – ABNT 8800
- Vedações leves estruturadas em LSF e em painéis termoisolantes
- Coberturas e as telhas sanduíche
- Revestimentos em aço
- Cuidados no Projeto, Execução e Manutenção – Proteção à corrosão
- Considerações finais



GESTORES



COLABORADORES

Aperam
ArcelorMittal Aços Longos
ArcelorMittal Sul Fluminense S.A.
Gerdau Aços Longos S.A.
Vallourec

CONSORCIADOS

ArcelorMittal Perfilor
Barbieri do Brasil
Blat Estruturas Metálicas Ltda.
CBMM - Cia. Bras. de Metal. e Mineração
Center Steel Eng. Light Steel Framing
CEP Engenharia
Comercial Gerdau
Fisher Brasil
Grupo Pizzinatto
Perfinaço
Soluções Usiminas
Tuper



Objetivo

Promover e ampliar a participação da construção em aço no mercado nacional, realizando ações para sua divulgação e apoiando seu desenvolvimento tecnológico.

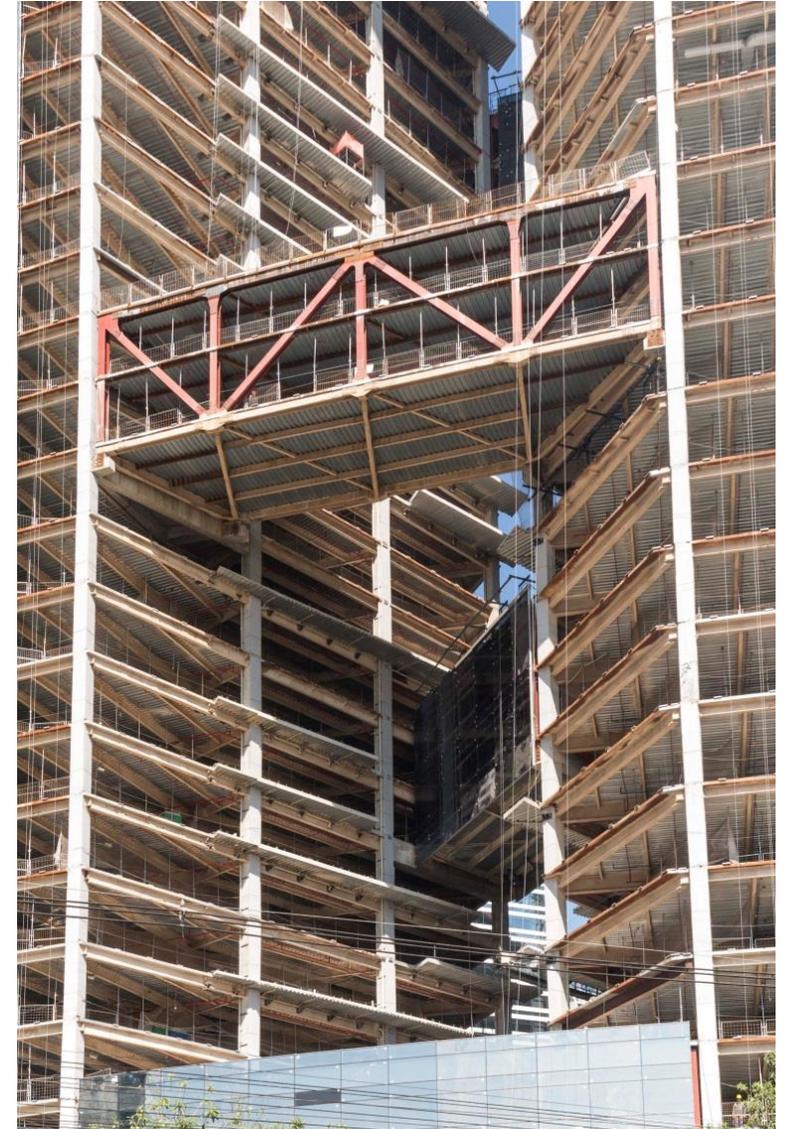


Foto: Marcelo Scandaroli

[INSTITUCIONAL](#)[CAPACITAÇÃO](#)[CONSTRUÇÃO EM AÇO](#)[BIBLIOTECA](#)[REVISTAS A&A](#)[NOTÍCIAS](#)[AGENDA](#)[BENEFÍCIOS CBCA](#)[FALE CONOSCO](#) | [EN](#)

Conheça o Centro Brasileiro da Construção em Aço

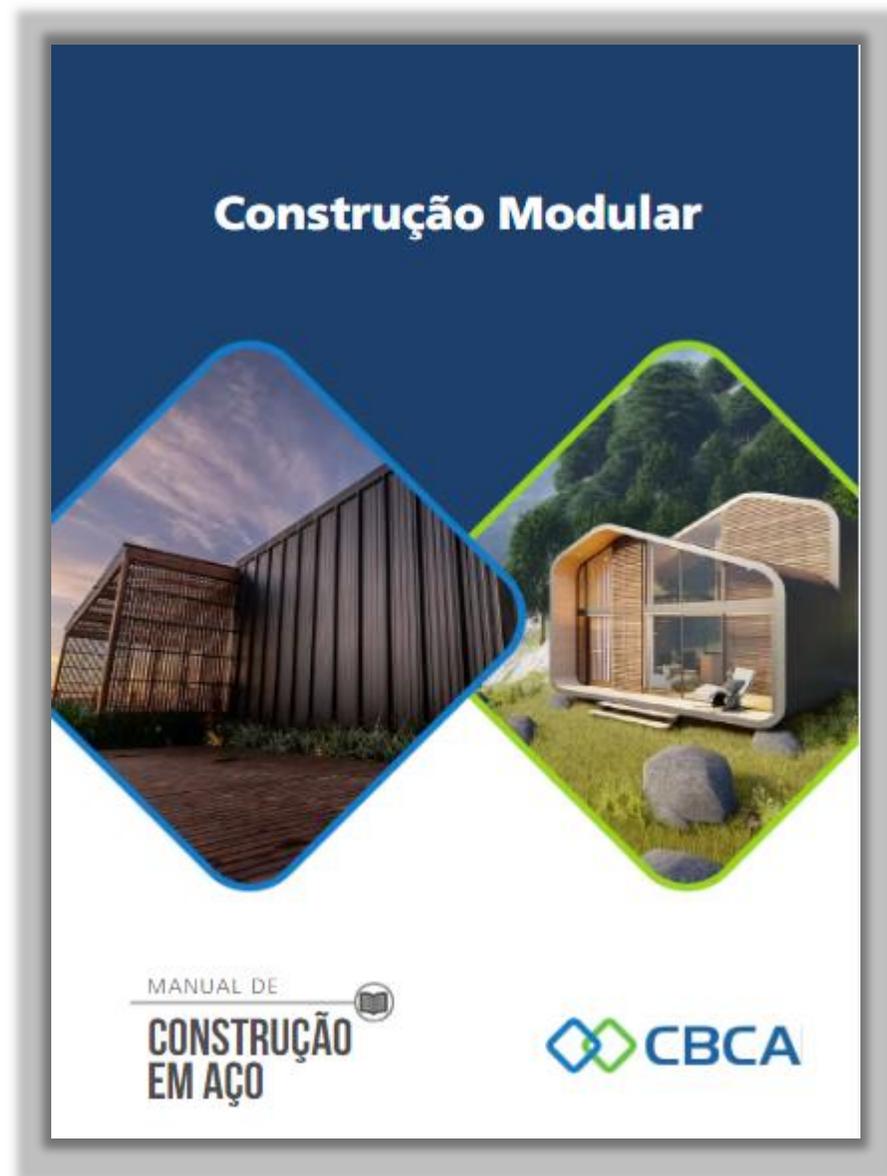
Nossa trajetória

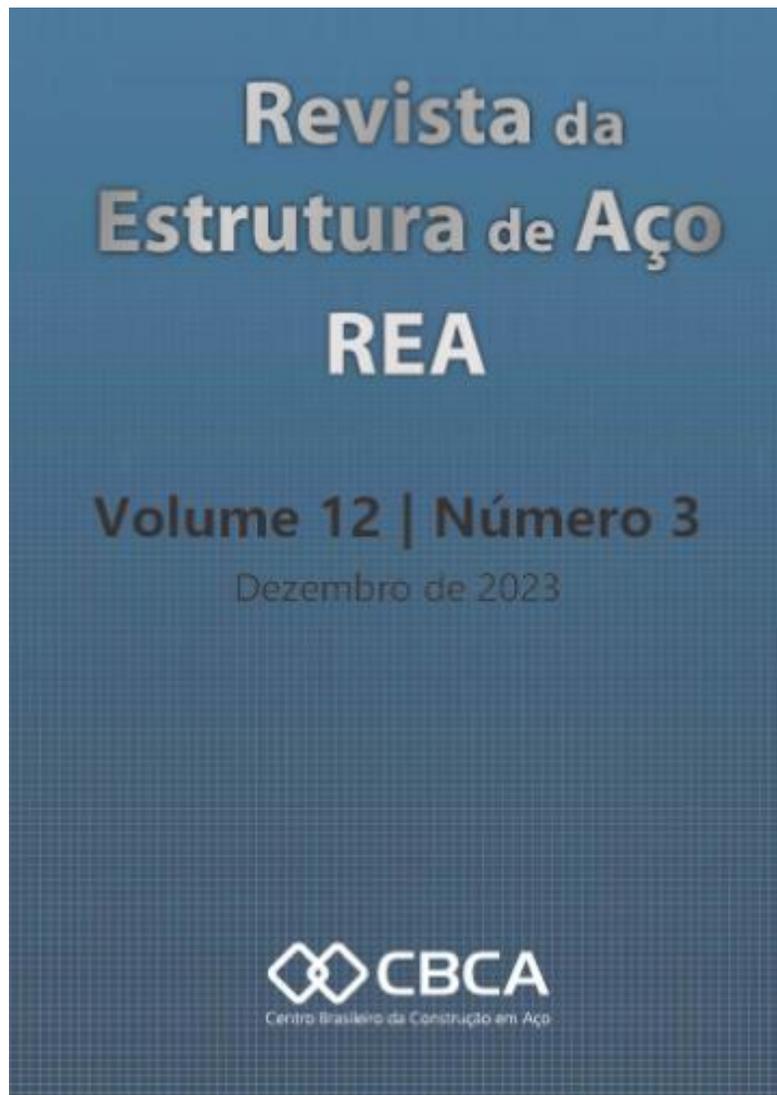
Ao longo do tempo, a crescente utilização do **aço** na **construção civil**, evidencia a importância dos produtos siderúrgicos na inovação e no desenvolvimento do mercado construtivo ao redor do mundo.

Manuais da Construção em Aço



- Download gratuito no site da CBCA, na seção Biblioteca.





Cursos Online



**INTRODUÇÃO À
CONSTRUÇÃO EM AÇO**

**SISTEMAS
ESTRUTURAIS EM
AÇO**

**DIMENSIONAMENTO
DE ESTRUTURAS EM
AÇO**

**EXECUÇÃO DE
ESTRUTURAS DE
AÇO**

**LIGHT STEEL
FRAMING**

Curso Online

Aulas ao Vivo

**Edifícios de Múltiplos
Andares de Aço**



Inscrições até 10/04

Saiba mais!



Curso Online

Aulas ao Vivo

**Dimensionamento de
Elementos de Aço**



Inscrições até 06/03

Saiba mais!



Curso Online

Aulas ao Vivo

**Projeto de Pontes de
Aço pela NBR 16694**



Inscrições até 22/05

Saiba mais!



Curso Online

Aulas ao Vivo

**Galpões Industriais
em Aço**



Inscrições até 08/05

Saiba mais!



Curso Online

Aulas ao Vivo

**Dimensionamento
de Ligações**



Inscrições até 31/07

Saiba mais!



Curso Online

Aulas ao Vivo

**Estruturas Mistas
de Aço e Concreto**



Inscrições até 14/08

Saiba mais!



Curso Online

Aulas ao Vivo

**Estruturas de Aço do
Orçamento à Montagem**



Inscrições até 28/09

Saiba mais!





17^o

Concurso CBCA/ALACERO para estudantes de
ARQUITETURA
Estruturas em AÇO **2024**



Tema: Ação contra a Mudança Global do Clima

Inscrições: até 12 DE JULHO

CBCA: 1º lugar R\$ 10.000

#Desafio Alacero: 1º lugar US\$ 6.000

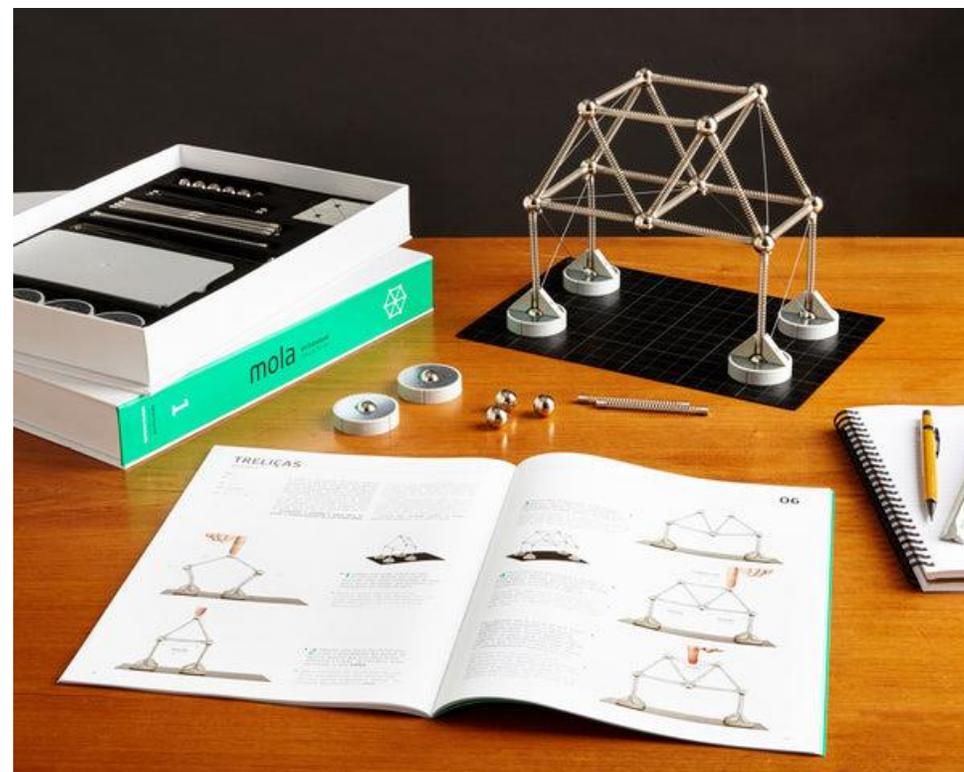
Premiação: Buenos Aires /Congresso Alacero





Tema: Galpões Logísticos em Estruturas de Aço

- Prêmio - R\$ 10.000,00
- Os três primeiros colocados recebem inscrição gratuita nos cursos do CBCA;
- Novo formato da competição em duas fases – teórica e prática;
- Inscrições abertas até 15 de julho.





Período

Duração de 12 meses.



R\$ 1000,00 mensais

Durante o período da bolsa.



Divulgação da Pesquisa

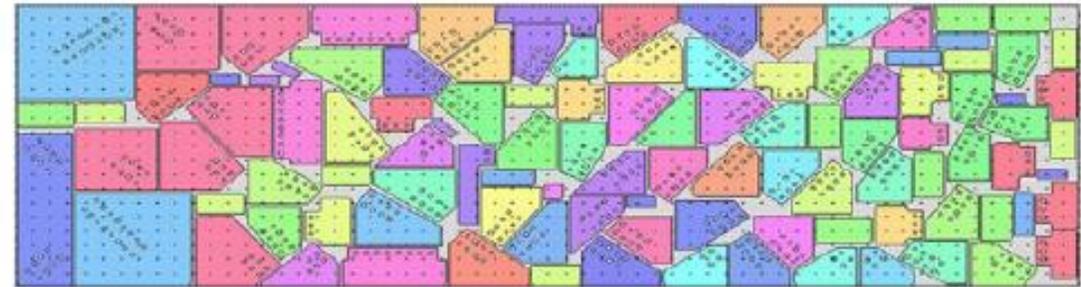
Site do CBCA, Revista da Estrutura de Aço, congressos, eventos e mais.

- Processo seletivo será aberto no segundo semestre de 2024
- Temas de pesquisa sempre relacionados à construção em aço e especificados em edital
- Para estudantes de Arquitetura e Engenharia Civil



- Produção em fábrica / Canteiro de obras como local de montagem;
- Novos materiais, menor peso dos componentes e melhorias na logística;
- Digitalização de produtos e de processos:
 - na concepção: BIM – IOT;
 - na construção e produção: BIM, Project management, Indústria 4.0;
 - nos fluxos de mercadorias: vendas digitais, melhorias na distribuição e logística;
 - na operação dos edifícios / Smart Buildings.
- Novos entrantes: star-ups com novos modelos de negócios

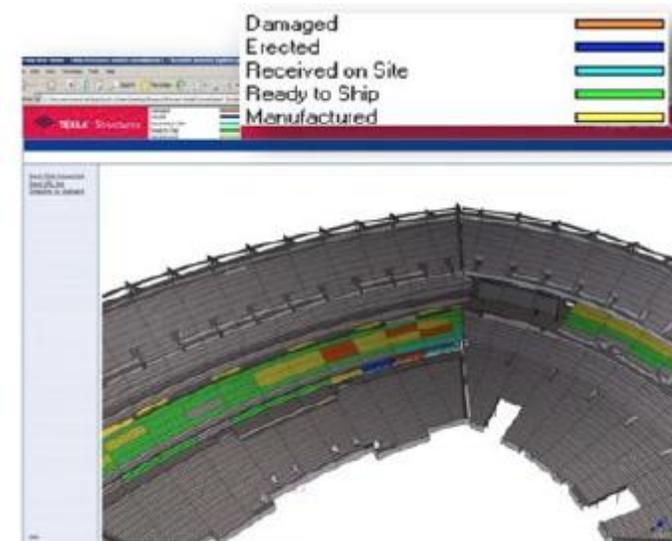
BIM – facilidades para projeto, fabricação e montagem



Plano de corte de chapa de aço, gerado por software BIM



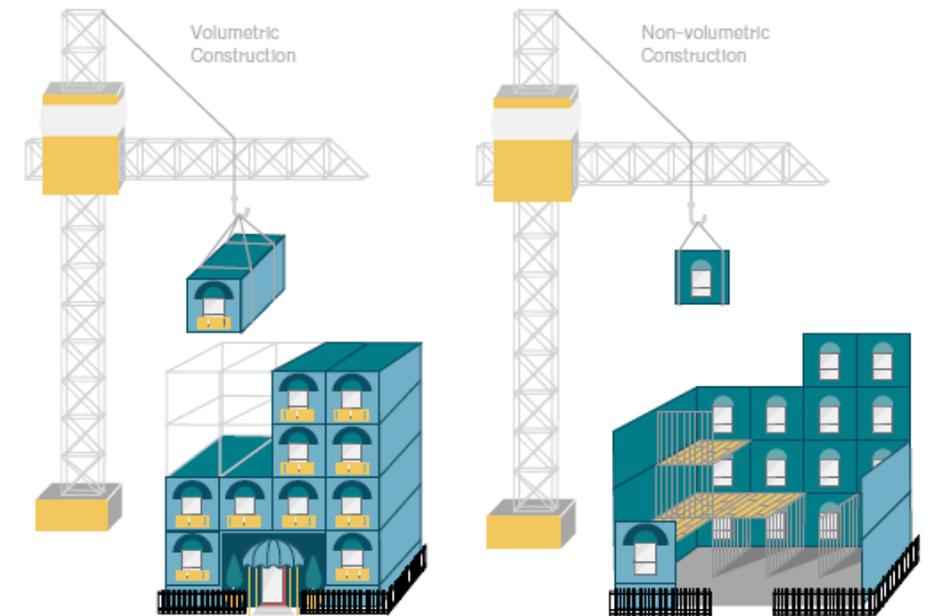
Part Number	Assembly	Phase	Weight
1296	2367	1	1818
1296	2355	7	1817
1296	2368	7	964
1296	2364	7	1818





Tipos de componentes

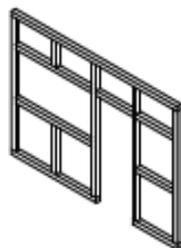
- Componentes volumétricos – 3D – banheiros prontos (PODs); módulo completo pronto a ser utilizável;
- Componentes não volumétricos – 2D – painéis de vedação, treliças, painéis de cobertura ou fachada; lajes.
- Construção híbrida – componente 3D e 2D - edifício construído com módulos de banheiros prontos, com o restante do edifício montado com componentes 2D.



CONSTRUÇÃO MODULAR – Componente x Elementos

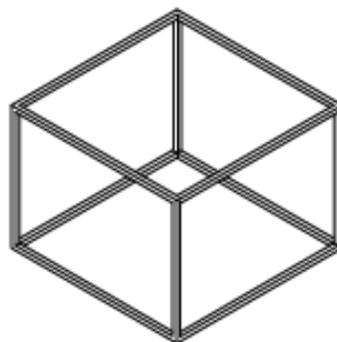


Componentes

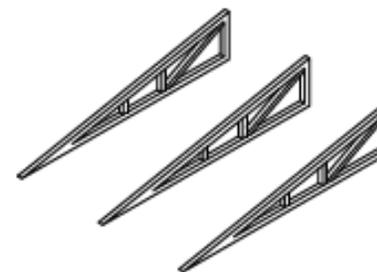


Exemplos:

Frame

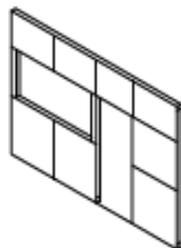


Chassi



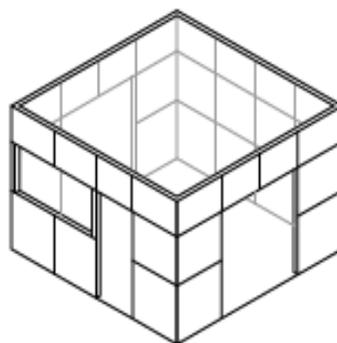
Tesouras

Elementos

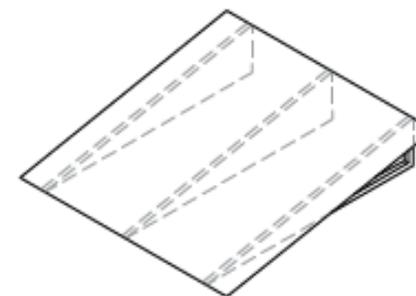


Exemplos:

Painel



Volume



Cobertura



Soluções em aço para os seguintes sistemas:

- **Chassis**
- **Vedações**
 - Vedações leves estruturadas em LSF
 - Vedações em painéis termoisolantes
- **Cobertura**
 - Estrutura da cobertura
 - Telhas
- **Revestimentos**



Chassi é a peça fundamental do sistema, nele são conectados todos os sistemas como lajes, vedações, sistemas prediais.

Chassi em Aço possibilita:

- Reduzir as perdas de materiais no processo produtivo
- Resistir aos carregamentos com seções reduzidas
- Consumir menos material e ampliar a área útil da edificação
- Facilitar o processo de logística, içamento e acoplamento dos módulos
- Otimizar as capacidades de içamento dos equipamentos

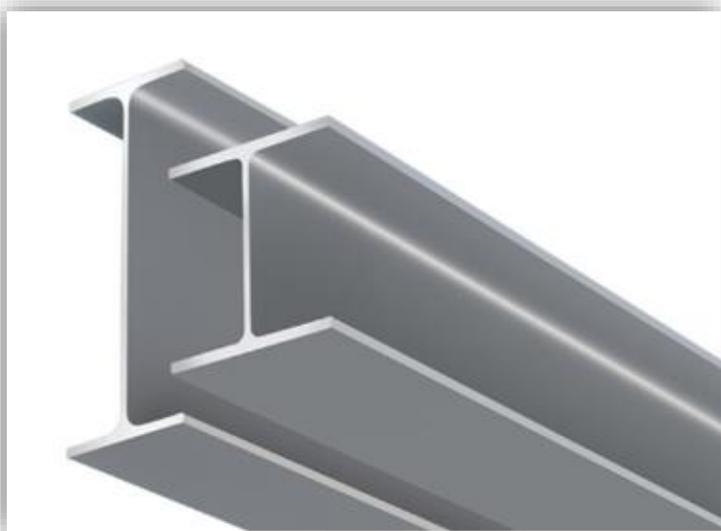
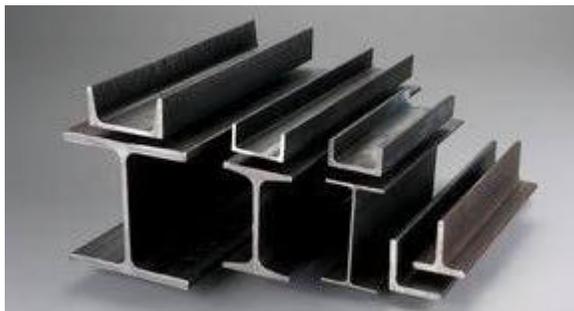


Fonte: Rosane Bevilaqua

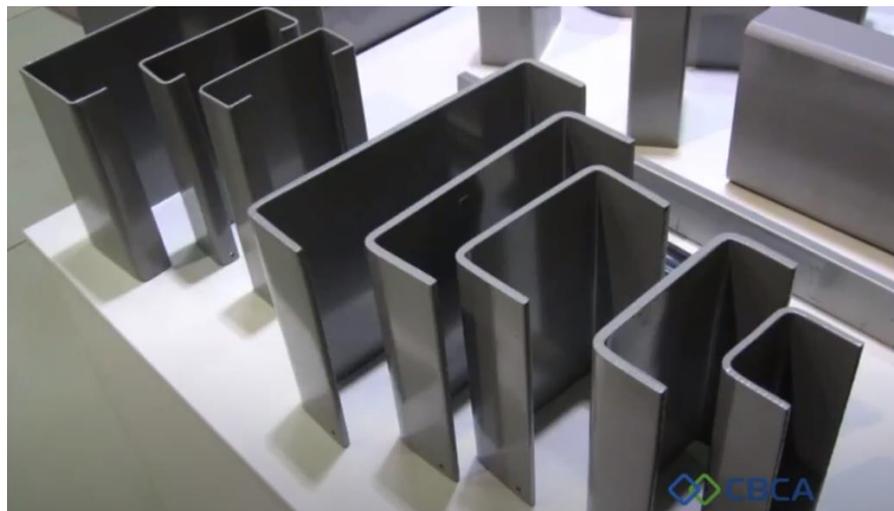
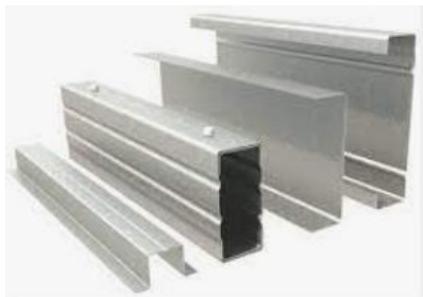
Chassi - Tipos de perfis/ Processo de fabricação



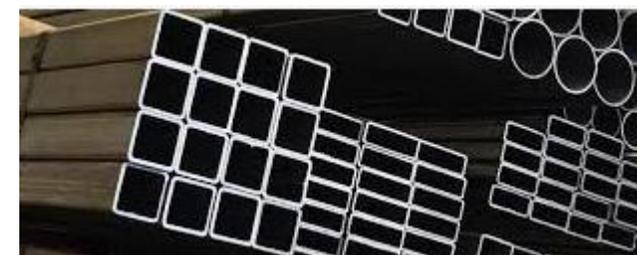
Perfis laminados



Perfis conformados a frio



Perfis tubulares com costura





Possibilidades de grande oferta de perfis estruturais:

- Perfis laminados
- Perfis conformados a frio
- Perfis tubulares de seção circular, retangular, quadrada
- Perfis soldados
- Perfis galvanizados conformados a frio
- Associação de perfis



Chassi - Importância da utilização de aços estruturais

- Definição de aço estrutural:
 - Limite de escoamento $f_y \leq 450$ MPa
 - Limite de resistência à tração / limite de escoamento $f_u/f_y \geq 1,18$
- Importância da comprovação por certificados de qualidade fornecidos pelas usinas produtoras relacionados aos produtos fornecidos

Utilização aços estruturais ABNT NBR 8800 – Anexo A



Tabela A.1 — Aços especificados por Normas Brasileiras para uso estrutural ^a

ABNT NBR 7007			ABNT NBR 6648			ABNT NBR 6649 / ABNT NBR 6650		
Aços-carbono e microligados para uso estrutural e geral			Chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural			Chapas finas (a frio/a quente) de aço-carbono para uso estrutural		
Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	f_y MPa	f_u MPa
MR 250	250	400-560	CG-26	255	410	CF-26	260/260	400/410
AR 350	350	450	CG-28	275	440	CF-28	280/280	440/440
AR 350 COR	350	485				CF-30	---/300	---/490
AR 415	415	520						
ABNT NBR 5000			ABNT NBR 5004			ABNT NBR 5008		
Chapas grossas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica			Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica			Chapas grossas e bobinas grossas, de aço de baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica, para uso estrutural		
Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	f_y MPa	f_u MPa
G-30	300	415	F-32/Q-32	310	410	CGR 400	250	380
G-35	345	450	F-35/Q-35	340	450	CGR 500 e		
G-42	415	520	Q-40	380	480	CGR 500A	370	490
G-45	450	550	Q-42	410	520			
			Q-45	450	550			
ABNT NBR 5920/ABNT NBR 5921			ABNT NBR 8261					
Chapas finas e bobinas finas (a frio/a quente), de aço de baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica, para uso estrutural			Perfil tubular, de aço-carbono, formado a frio, com e sem costura, de seção circular ou retangular para usos estruturais					
Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	Seção circular		Seções quadrada e retangular		
				f_y MPa	f_u MPa	f_y MPa	f_u MPa	
CFR 400	---/250	---/380	B	290	400	317	400	
CFR 500	310/370	450/490	C	317	427	345	427	

^a Para limitações de espessura, ver norma correspondente.

Fonte: ABNT NBR 8800 Anexo A (normativo)

Tabela A.2 — Aços de uso freqüente especificados pela ASTM para uso estrutural

Classificação	Denominação	Produto	Grupo de perfil ^a ou faixa de espessura disponível	Grau	f_y MPa	f_u MPa
Aços-carbono	A36	Perfis	1, 2 e 3	-	250	400 a 550
		Chapas e barras ^c	$t \leq 200$ mm			
	A500	Perfis	4	A	230	310
				B	290	400
Aços de baixa liga e alta resistência mecânica	A572	Perfis	1, 2 e 3	42	290	415
				50	345	450
				55	380	485
				60	415	520
				65	450	550
				1 e 2		
	Chapas e barras ^{c)}	$t \leq 150$ mm	42	290	415	
		$t \leq 100$ mm	50	345	450	
		$t \leq 50$ mm	55	380	485	
		$t \leq 31,5$ mm	60	415	520	
			65	450	550	
		A992 ^d	Perfis	1, 2 e 3	-	345 a 450
Aços de baixa liga e alta resistência mecânica resistentes à corrosão atmosférica	A242	Perfis	1	-	345	485
			2	-	315	460
			3	-	290	435
	Chapas e barras ^{c)}	$t \leq 19$ mm	-	345	480	
		$19 \text{ mm} < t \leq 37,5$ mm	-	315	460	
		$37,5 \text{ mm} < t \leq 100$ mm	-	290	435	
		1 e 2	-	345	485	
	A588	Chapas e barras ^c	$t \leq 100$ mm	-	345	480
			$100 \text{ mm} < t \leq 125$ mm	-	315	460
			$125 \text{ mm} < t \leq 200$ mm	-	290	435
Aços de baixa liga temperados e auto-revenidos	A913	Perfis	1 e 2	50	345	450
				60	415	520
				65	450	550

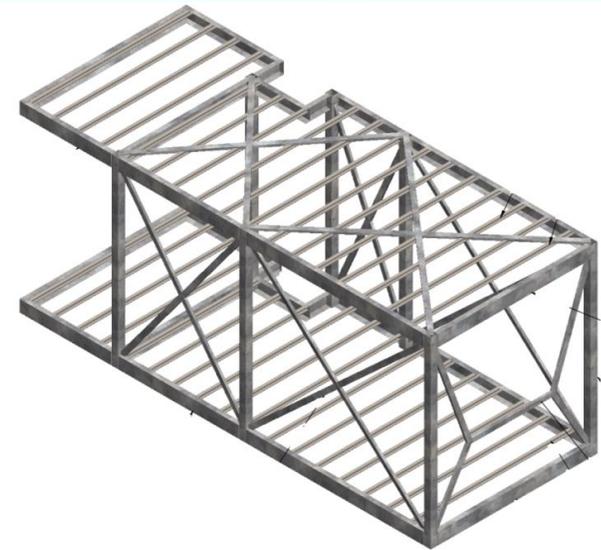
CHASSI – Diversas possibilidades de tipos de perfis



Perfis conformados a frio



Fonte: Modularis

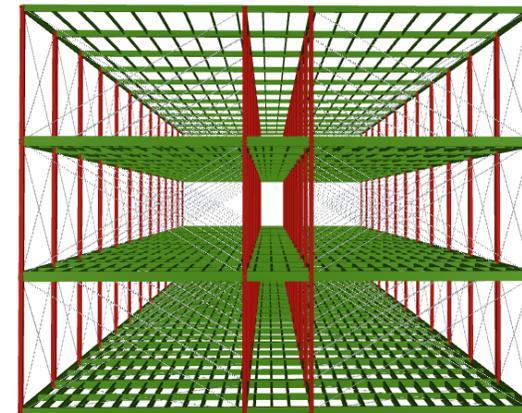
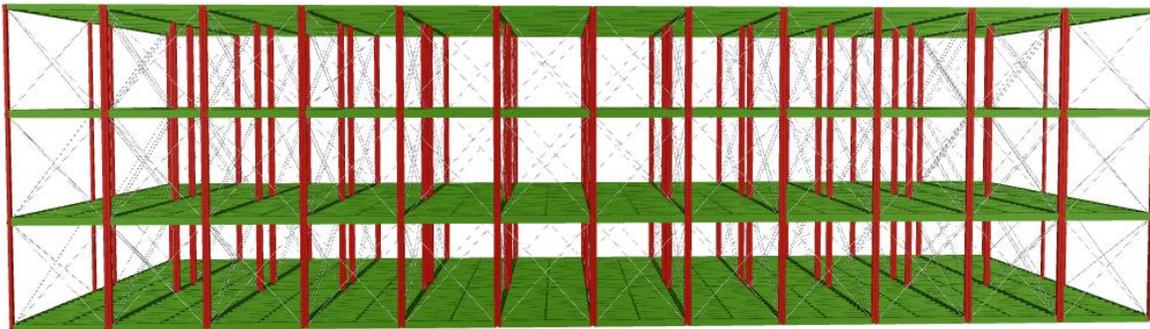
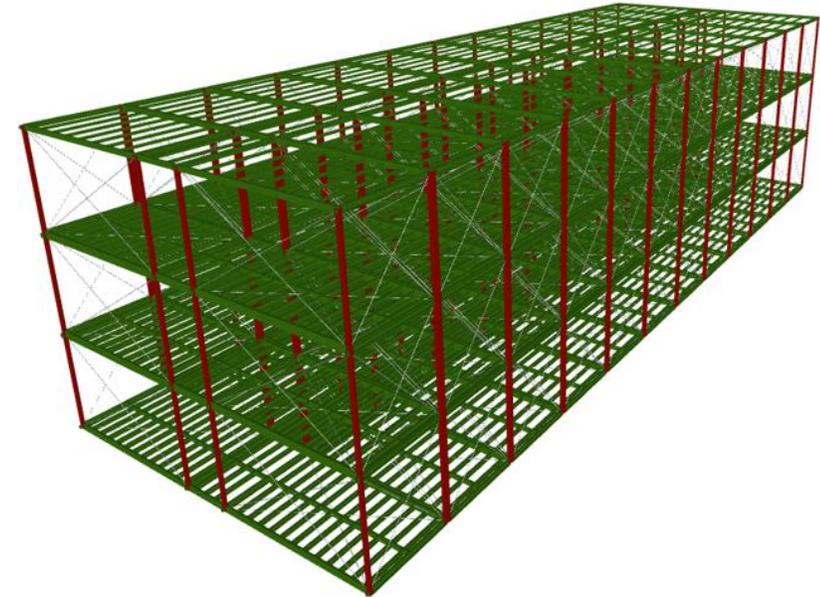


CHASSI – Diversas possibilidades de tipos de perfis



➤ Estrutura Modular Composta pelos seguintes elementos em aço estrutural :

- Perfil Tubular para pilares
- Perfil Laminado para longarinas
- Perfil U enrijecido para travessas
- Perfis LSF para estruturas de paredes
- Contraventamentos em barra circular



CHASSI – Diversas possibilidades de tipos de perfis



Fonte: Brasil ao Cubo – perfis laminados chassis edifício Level

CHASSI – Diversas possibilidades de tipos de perfis

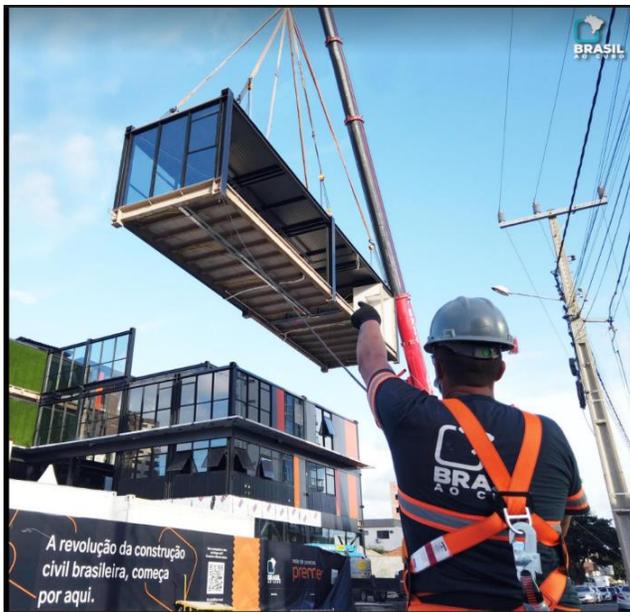


Fonte: Brasil ao Cubo – perfis laminados - Casa em S. Catarina

CONSTRUÇÃO MODULAR – EDIFÍCIO LEVEL



- Duração da obra: 100 dias
- Fabricação: 80 dias / Montagem: 20 dias
- 3,3 mil m² de área construída distribuídos em oito andares
- Primeiro multiandares realizado em construção modular na América Latina



Projeto Arquitetônico: ATO9 Arquitetura
Fabricante da Estrutura Metálica: Brasil ao Cubo
Projeto Estrutura de Aço: Brasil ao Cubo
Execução da Obra: Brasil ao Cubo
Área Construída: 3.300m²
Volume de Aço Empregado: 500 toneladas
Conclusão da Obra: 2021
Local: Tubarão, SC

CONSTRUÇÃO MODULAR – EDIFÍCIO LEVEL



Fonte:

<https://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/1700284701219647-predio-level-brasil-ao-cubo>



Vedações em perfis leves de light steel framing





Vedações em perfis leves de light steel framing





PERFIS PARA LIGHT STEEL FRAMING

ABNT NBR 15.253 - Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações - Requisitos gerais

Espessura mínima: 0,80 mm

Grau mínimo: ZAR 230

Revestimento mínimo: Z275 ou AZ 150





PERFIS PARA DRYWALL

ABNT NBR 15.217 - Perfis de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para "drywall" – Requisitos e métodos de ensaio

Espessura mínima: 0,50 mm

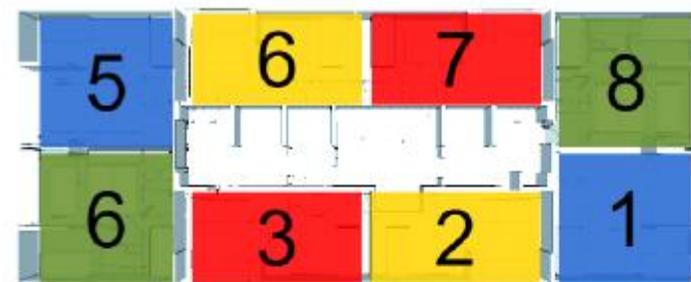
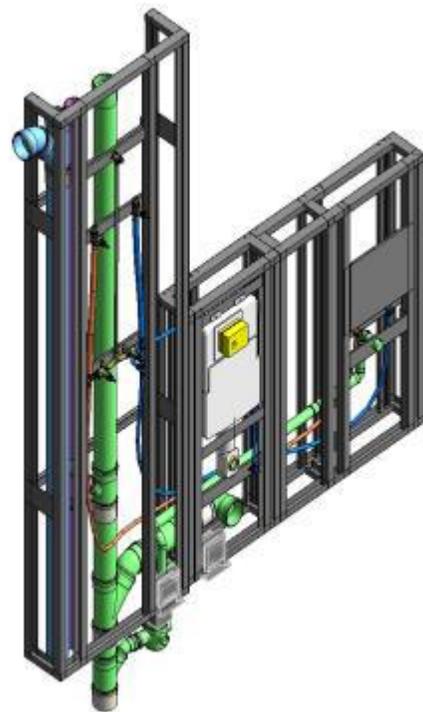
Grau: ZAR 230

Revestimento mínimo: Z275

Larguras usuais dos perfis: 48, 70 ou 90 mm



Construção modular – vedações internas modulares



UHs TIPO IDENTIFICADAS



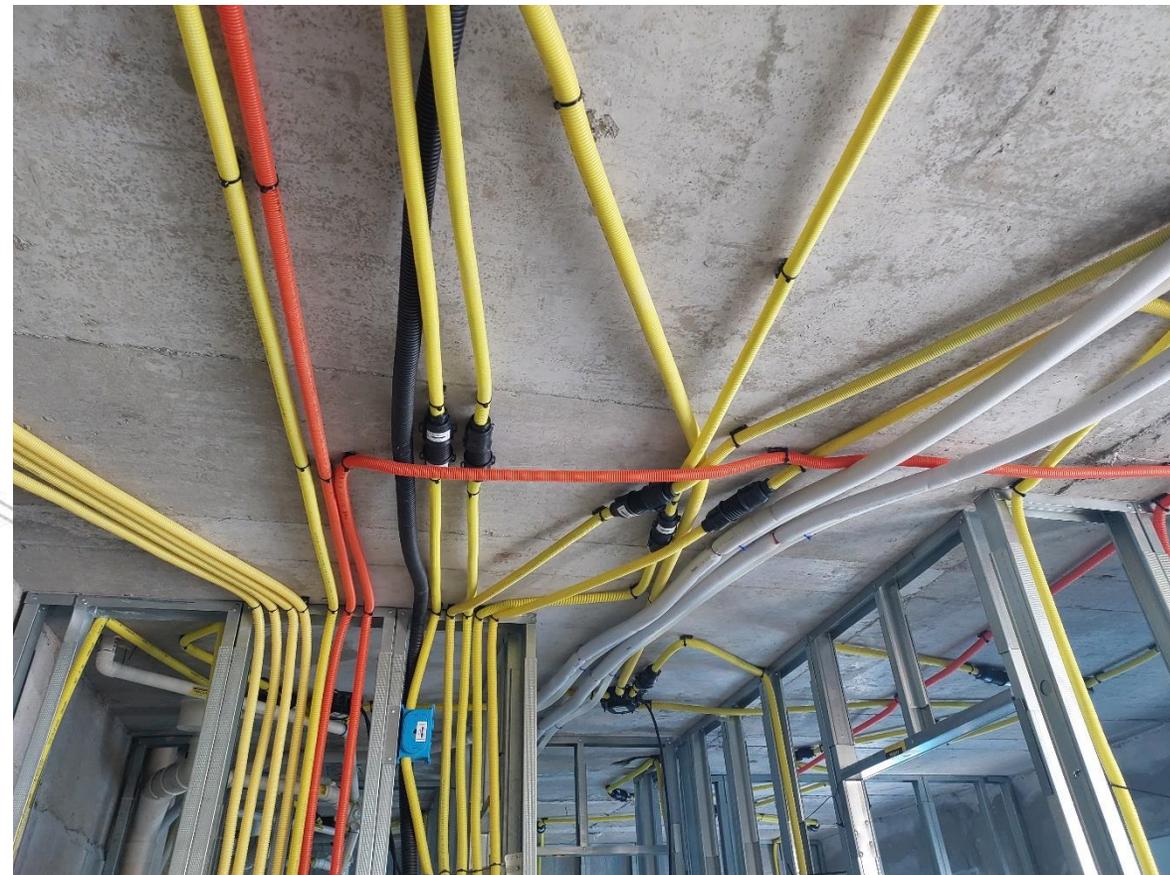
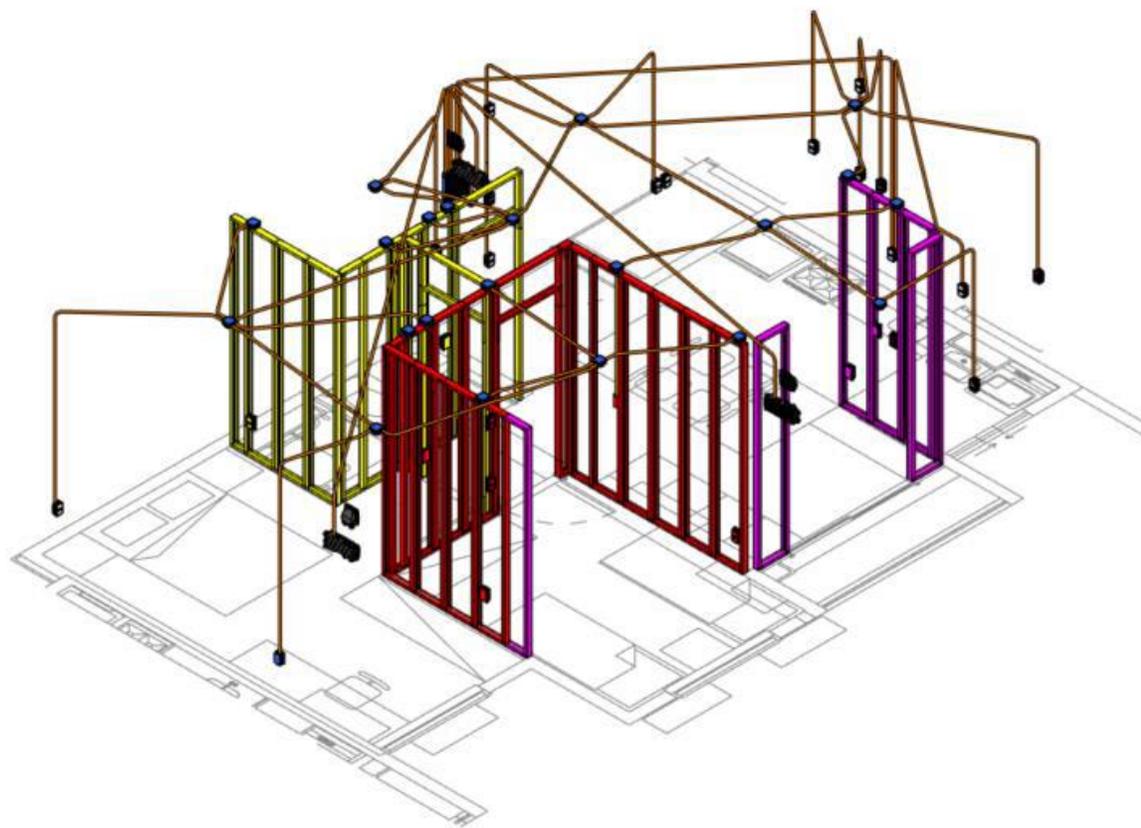
UHs TIPO SEQUENCIADAS NO PAVIMENTO



REBOQUE INDUSTRIAL
POSICIONANDO NO
PAVIMENTO

Fonte:

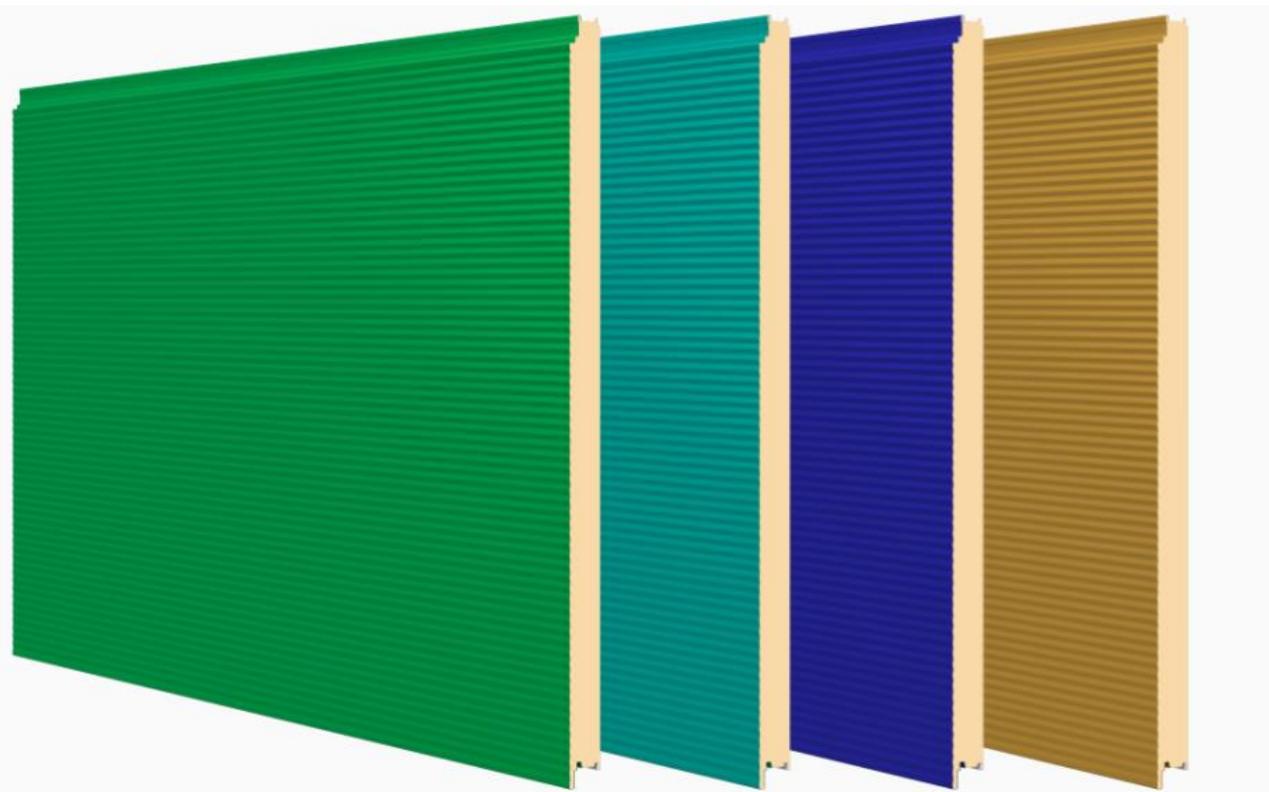
Construção modular – vedações internas modulares



Construção modular – vedações externas modulares



Construção Modular – Fechamentos Painéis Termoisolantes



Fonte: Kingspan Isoeste

Construção Modular – Fechamentos Painéis Termoisolantes



Fonte: ArcelorMittal Perfilor



Fabricação dos painéis em linha contínua

Construção Modular – Fechamentos Painéis Termoisolantes



ABNT NBR 16373

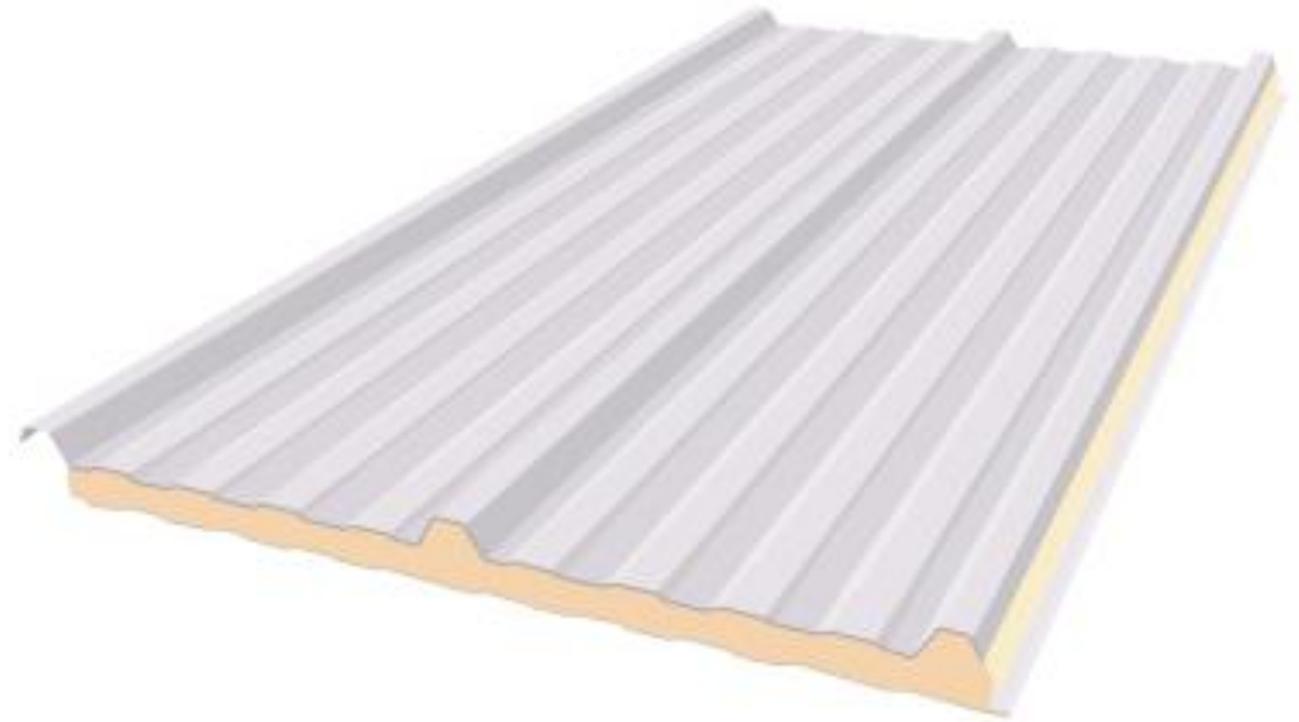
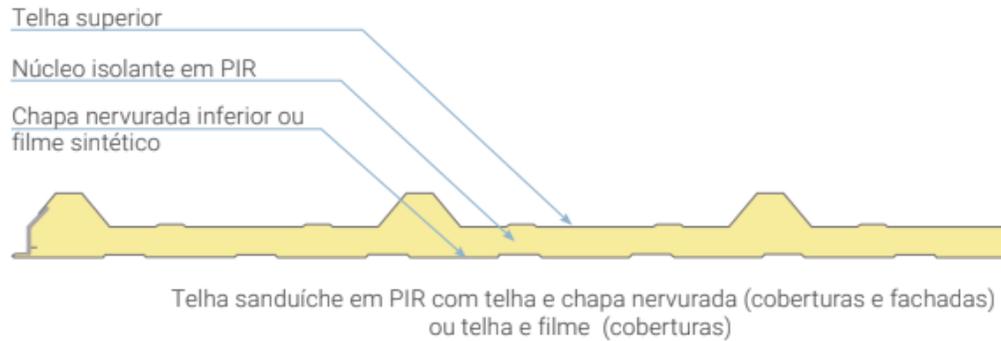
Características Usuais das Chapas de Aço Empregadas em Painéis Termoisolantes					
Perfil ou textura da chapa	Posição	Esp. (mm)	Revestimento Metálico	Revestimento Orgânico	Acabamentos Especiais
Micronervurada	Chapa Externa	0,43	Galvanizado Z225 ¹ Galvanizado Z275 Galvalume AZ150 Liga Al-Zn-Mg ZM120	Poliéster PVDF Poliuretano Alifático Primer epóxi ²	Madeirado, Corten, Inox, Granito
Nervurada		0,50			
Texturada		0,65			
Lisa	Chapa Interna	0,38			---
Nervurada		0,43			
		0,50			
		0,65			
Lisa					

1 Espessura de revestimento metálico aplicada desde que a chapa seja posteriormente pintada
2 Único revestimento orgânico aplicado na face da chapa em contato com o isolante

Tipos de isolantes e suas espessuras (mm)			
	PIR	EPS	LR
Painéis termoisolantes (de fachada)	40		
	50		
	70		
	100		
Painéis isolantes de alto desempenho térmico (tipo frigo)	30		
	32	40	
	40	50	50
	50	75	75
	70	100	100
	100	125	125
	120	150	150
	150	200	200
	200	250	

Coeficiente de transmissão de calor U (W/m ² .k) segundo tipo de isolante			
Espessuras (mm)	PIR	EPS	LR
50	0,40	0,71	0,75
70	0,29	-	-
100	0,21	0,37	0,40
200	0,11	0,18	0,21

Construção Modular – Cobertura Telhas sanduíche



Construção Modular – Diversos tipos revestimentos em aço



Telhas em aço inox



Telhas pré-pintadas



Telhas perfuradas

The background is a collage of various modern architectural structures, including a large stadium-like building with a curved facade, a complex steel truss structure, and a multi-level building with a glass facade. The entire image is overlaid with a semi-transparent blue color. In the center, there is a white text box containing the main title.

**Cuidados no Projeto,
Execução e Manutenção
para a Proteção à corrosão**

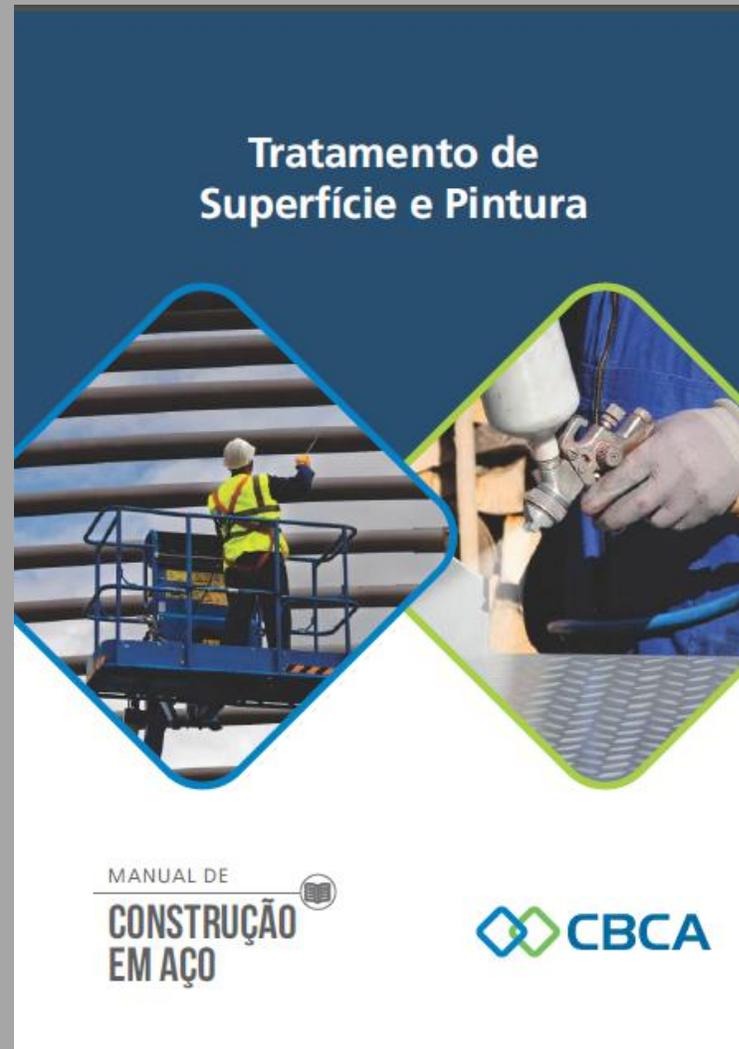


Projeto e Durabilidade

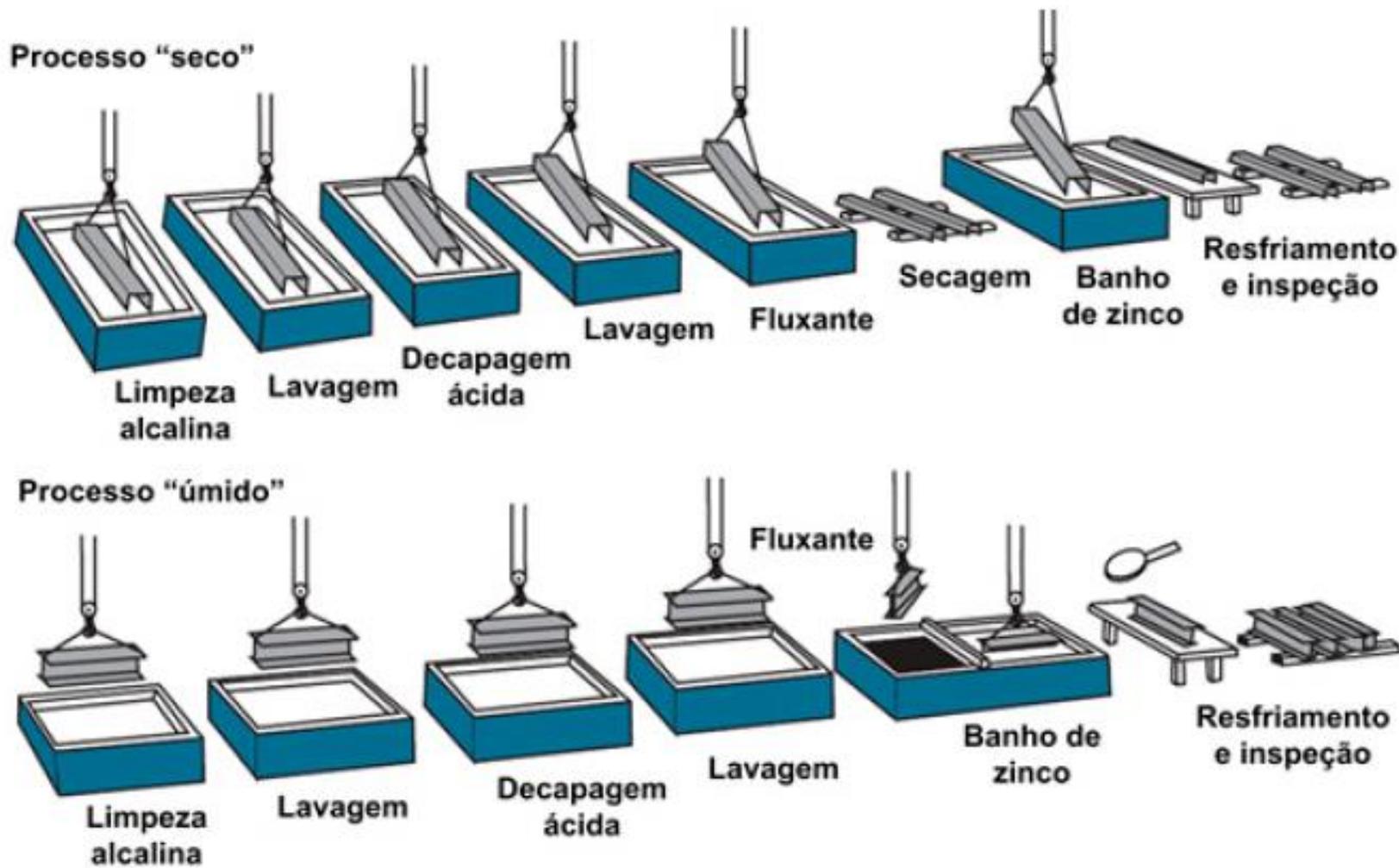


MANUAL DE
CONSTRUÇÃO
EM AÇO





Galvanização por imersão a quente



Galvanização por imersão a quente



- Processo de aplicação de revestimentos de zinco a componentes de aço por meio da imersão do componente em um banho de zinco fundido;
- Custo inicial competitivo;
- Baixa manutenção/custo menor a longo prazo;
- Maior expectativa de vida - excede 40 anos em ambientes rurais e urbanos;
- Facilidade no preparo superficial. A imersão em ácido, como pré-tratamento, garante a limpeza uniforme das superfícies;
- Aderência. O revestimento está ligado metalurgicamente ao substrato aço.

Galvanização contínua



- Desenrolamento de bobinas de aço laminadas a frio em linha contínua,
- Velocidade de até 200 metros por minuto;
- Imersão em um pote para que as duas faces da chapa da bobina recebam o revestimento metálico com controle de espessura realizado por jatos de ar;
- A espessura do revestimento é permanentemente monitorada e controlada por meio de um conjunto de facas de ar (ou nitrogênio).



Zincado – revestimento e propriedades mecânicas



Revestimento (g/m ²)	Grau do Aço (Le MPa)
Z85	ZC
Z100	ZAR 230
Z120	ZAR 250
Z140	ZAR 280
Z180	ZAR 320
Z225	ZAR 345
Z275	ZAR 400
Z350	

GALVALUME – revestimento e propriedades mecânicas



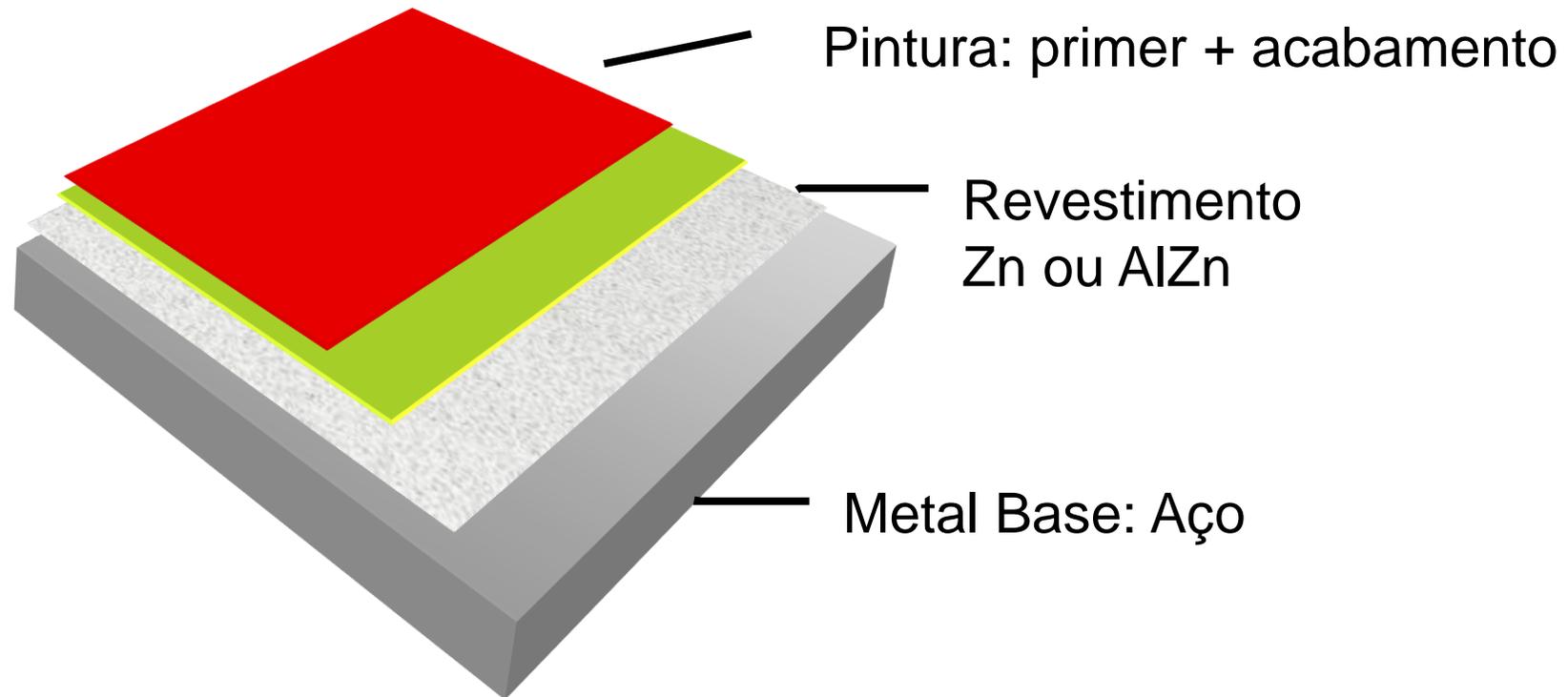
- Efeito de barreira do alumínio e a proteção de sacrifício do zinco, resultando em excelente resistência à corrosão.
- Revestimento: liga de alumínio (55%), zinco (43,4%) e silício (1,6%)

Revestimento (g/m ²)
AZ100
AZ120
AZ150
AZM 150

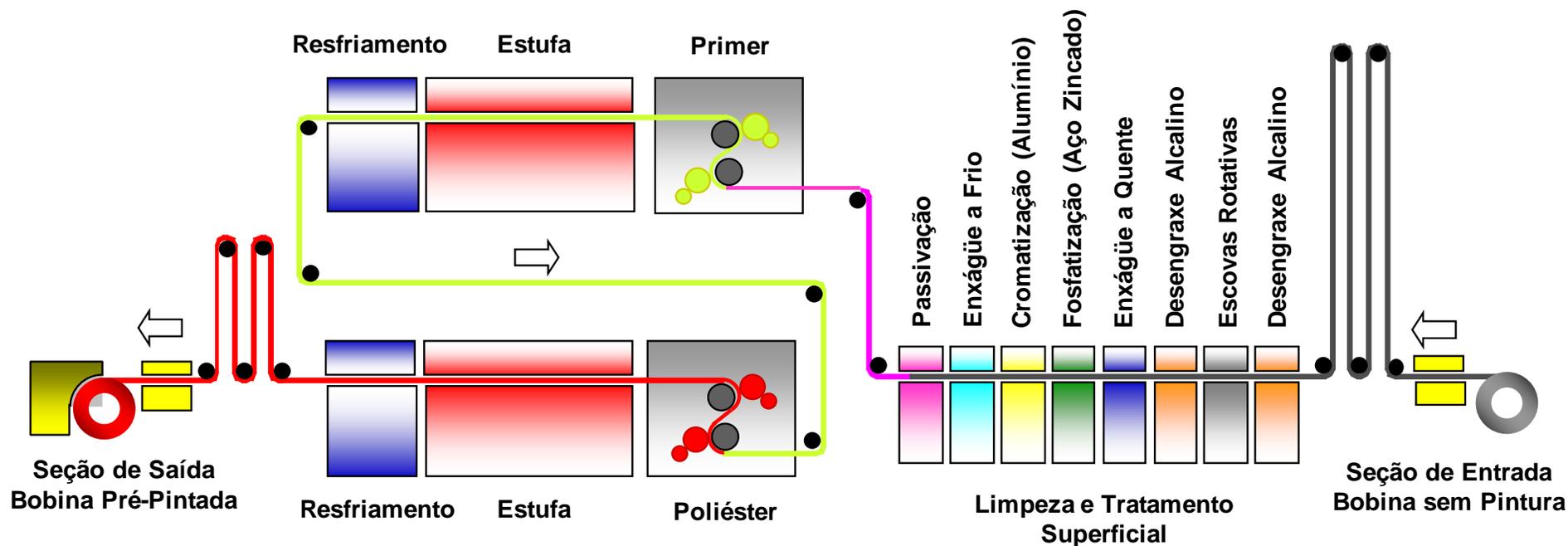
Grau do Aço (Le MPa)
AZC
AZR 230
AZR 250
AZR 280
AZR 320
AZR 345



- Dupla proteção (revest. metálico + camada de pintura)
- Aumenta a durabilidade



Linha de pré-pintura (coil coating)

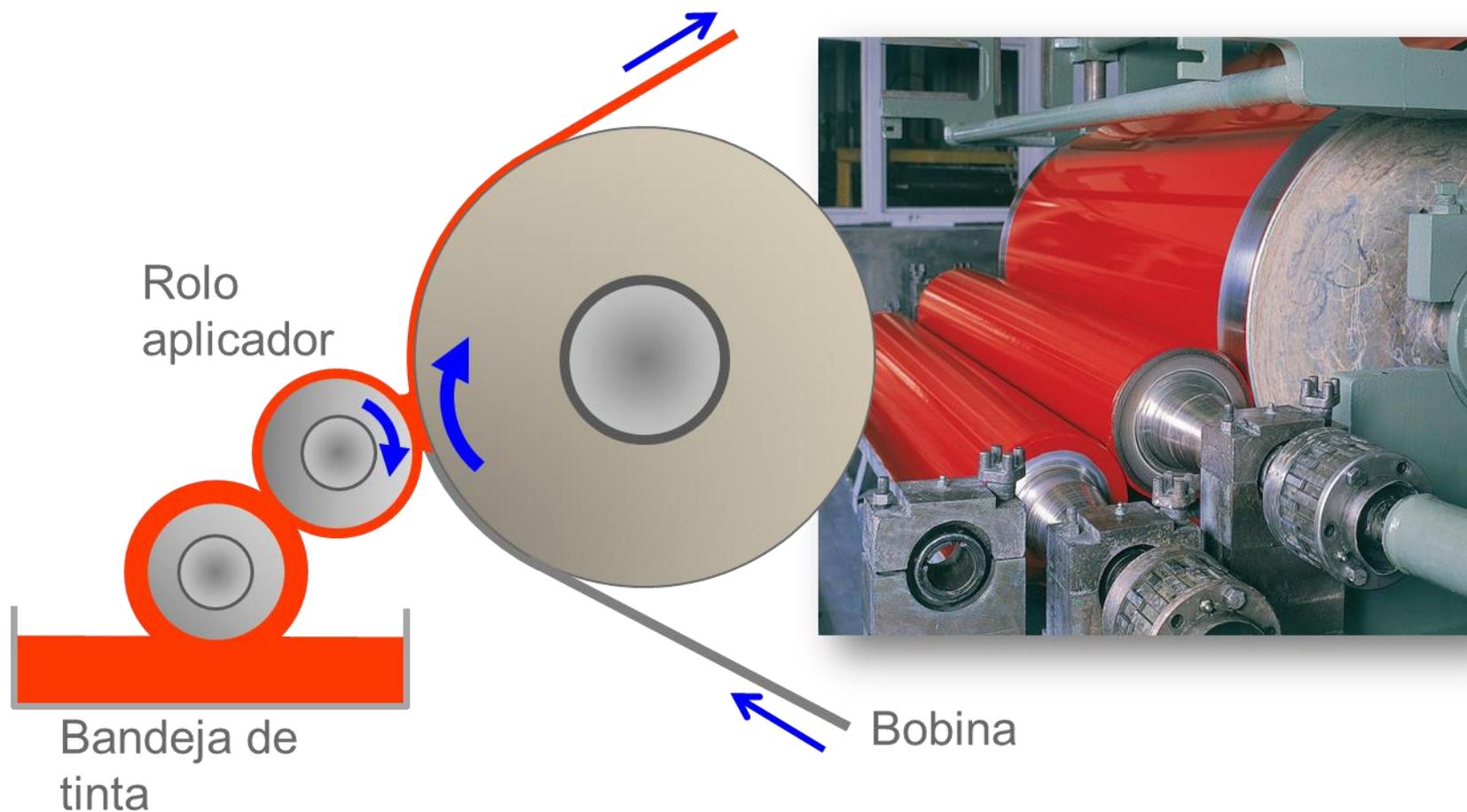


- **TEMPERATURA DAS ESTUFAS: 230/240 °C**
- **VELOCIDADE DA LINHA: 40m/minuto (11 toneladas de chapa 0,50 mm por hora)**
- **COMPRIMENTO DA LINHA: aproximadamente 120 m**

Linha de pré-pintura (coil coating)



- Aplicação uniforme em toda a superfície
- Controle preciso de camada



Fonte: PERFILOR ARCELORMITTAL



- **ABNT NBR 14513 – Telhas de aço revestido de seção ondulada e trapezoidal**

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.

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).



furações

Os próprios fixadores fazem a furação da chapa da telha e da terço 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.



CAPÍTULO 05

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.



- Sistemas construtivos em aço são facilitadores da Construção Modular
- Chassi em aço possibilita resistir aos carregamentos e içamentos
- Cadeia produtiva do aço oferece grande oferta de perfis
- Vedações externas leves em LSF ou em painéis termoisolantes ou internas em drywall oferecem rapidez de instalação e atendimento ao desempenho esperado
- Coberturas em painéis termoisolantes garantem estanqueidade e conforto térmico, além da velocidade de montagem
- Revestimentos de fachada em chapas e telhas de aço oferecem variadas possibilidades estéticas e acrescentam desempenho à fachada
- Sistemas em aço podem ser desmontados e reaproveitados



OBRIGADA PELA ATENÇÃO!