



**Comitê de
Pultrusão**

**Guia de
Instalação e
Manutenção de
Pultrudados**

40 ANOS  **ALMACO**
UMA HISTÓRIA DE FIBRA (E RESINA)

ÍNDICE

04
Apresentação

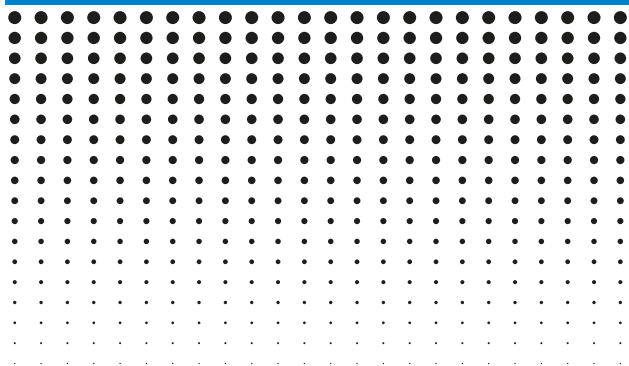
07
Armazenamento e manuseio
na obra

11
Degrau

15
Escada marinheiro

19
Escada inclinada

23
Gradaes de piso



40 ANOS
ALMACO
UMA HISTÓRIA DE FIBRA (E RESINA)

29
Guarda-corpos

37
Eletrocalhas

43
Leitos

49
Minidicionário

63
Patrocinadores



Apresentação

GUIA

O Guia de Instalação e Manutenção de Perfis Pultrudados tem como objetivo exemplificar os principais cuidados que os usuários de perfis de compósitos, material também conhecido como plástico reforçado com fibras de vidro (PRFV), devem observar durante o recebimento das cargas, instalação e utilização propriamente dita.

Ao considerar as recomendações deste guia, empresas que adquirem escadas, grades de piso e guarda-corpos, entre outras aplicações de perfis pultrudados, conseguirão obter o máximo de desempenho de produtos projetados para longos períodos em serviço.

Produzidos de acordo com as normas, os perfis pultrudados de compósitos garantem elevados níveis de resistência mecânica, à corrosão e às intempéries, entre outras vantagens que os colocam como os preferidos em aplicações onde falhas não são concebíveis.

Esperamos que este guia lhe ajude a ter uma experiência ainda melhor com os perfis pultrudados.

Boa leitura,

Comitê de Pultrusão
Associação Latino-Americana de Materiais Compósitos (ALMACO)

Armazenamento E MANUSEIO NA OBRA

Por mais que os perfis pultrudados sejam resistentes, é importante que os usuários observem alguns cuidados nas etapas de armazenagem e manuseio na obra. Muitos desses pontos se baseiam em bom senso, como não arremessar os perfis contra superfícies sólidas. Já outros são relacionados às especificidades dos materiais compósitos, como o uso de serras com discos de corte diamantados, próprias para lidar com a abrasividade da fibra de vidro.

Confira, a seguir, as principais recomendações.

DESCARREGAMENTO

Em certas obras, por conta das irregularidades no terreno, não é possível fazer o descarregamento dos pallets de perfis com empilhadeiras, que é **o método recomendável**.



Os usuários, então, acabam usando caminhões Munck, alternativa que pode entortar e, eventualmente, quebrar os perfis caso os pallets não sejam erguidos por uma cinta posicionada na parte inferior da embalagem.



Jamais faça o içamento diretamente nos perfis. Use para isso a embalagem de madeira, sempre posicionando a cinta por baixo, nunca por cima, para evitar quedas. Caso não seja possível fazer dessa forma, abra os pallets e descarregue manualmente os perfis.

Postes, por sua vez, podem ser descarregados com caminhões Munck.

Concluído o descarregamento, **não arraste os perfis ou deixe-os em contato direto com o solo.** Também evite o empilhamento de plataformas e peças com geometria especiais.

Armazene os perfis em local coberto. Caso contrário, a chuva danificará a embalagem de madeira e, dessa forma, as ripas acabam cedendo. Essa movimentação pode eventualmente “machucar” os perfis e, em alguns casos, até provocar a quebra.

Caso não tenha à disposição um local coberto, cubra os pacotes com uma lona e só retire os perfis das embalagens no momento da utilização.

Evite abrir as embalagens e espalhar os perfis pelo canteiro. Em contato direto com o solo, os perfis estruturais, que não são pintados, podem ficar impregnados de poeira. Caso isso aconteça, limpe os perfis com panos umedecidos em água limpa e detergente apropriado.

No caso das escadas, recomenda-se que o armazenamento ocorra em local seco e sem exposição direta ao sol, para evitar o desbotamento da pintura.

MANUSEIO

Não jogue, arremesse ou submeta a impactos desnecessários os perfis durante o manuseio. Ações desse tipo podem causar a quebra do perfil, provocar arranhões ou danificar a pintura. A propósito, caso ocorra algum dano à pintura, o local deverá ser retocado o mais rápido possível.

Também é importante ficar atento ao seguinte: **a depender do produto, o empilhamento excessivo poderá causar a quebra.** E, em caso de tampas de leite e demais produtos de pequena espessura, a correta amarração evita deslocamentos e, na sequência, eventuais quebras.

CORTES E FUROS

Os cortes em perfis pultrudados devem ser feitos exclusivamente com discos de corte diamantados, sempre com óculos de proteção e máscara.

Cortes feitos de maneira incorreta implicam na perda do perfil.

Após o corte, **é necessário selar a área cortada por meio da aplicação de uma camada de resina de laminação ou tinta à base de poliuretano (PU).** Dessa forma, não haverá a absorção de água e possíveis danos ao perfil.

Na etapa de furação, fique atento à distância do furo para a borda do perfil.

Caso o furo seja feito muito próximo à borda, o perfil poderá ser danificado.

Convencionou-se considerar uma distância mínima de 25 mm da borda, mas o número exato vai depender da espessura do perfil (quanto mais fino, mais longe da borda o furo deverá ser feito).

Atente-se também ao torque correto dos parafusos. O ideal é usar um torquímetro, para que uma força em excesso não seja aplicada e ocasione a quebra do perfil. Caso isso não seja possível, recorra a porcas autotravantes, de modo que a força aplicada seja mais bem distribuída na superfície do perfil. O cuidado com a

força deve ser observado também ao usar grampos do tipo sargento.

Ainda que seja fácil efetuar a furação de peças de compósitos, o usuário deve ter em mente que espaços pequenos podem dificultar o acesso para que o parafuso seja apertado. Então, é importante que considere antes da furação o uso de parafusos e chaves corretas, lembrando que o tipo da cabeça (sextavado ou lenticilha) depende apenas da ferramenta à sua disposição.

Lembre-se: quanto maior o número de emendas, maior é a probabilidade de a estrutura “trabalhar” – ou seja, de movimentar. Portanto, o recomendado é que se evite adotar grande número de emendas.

INSTALAÇÃO

Um ponto importante a ser observado antes da instalação propriamente é o **cuidado com as peças pequenas e embalagens que contêm parafusos.** Por eventuais descuidos em toda a cadeia de transporte, bem como durante o recebimento do material, componentes pequenos podem ser perdidos. A falta desses materiais resulta em atrasos na instalação.

Perfis instalados de forma desalinhada prejudicam o aspecto visual do projeto. Portanto, é necessário que o instalador respeite o correto alinhamento dos perfis.

Mais uma vez, **evite emendas desnecessárias, que podem enfraquecer estruturalmente a instalação.**

Em projetos feitos sob medida, é vital que o usuário tenha em mente que, ao aprovar o desenho final enviado pelo fabricante, os perfis serão fabricados exatamente nas medidas descritas. Se essa etapa for desconsiderada pelo usuário, no momento da instalação pode faltar material para a conclusão da obra.

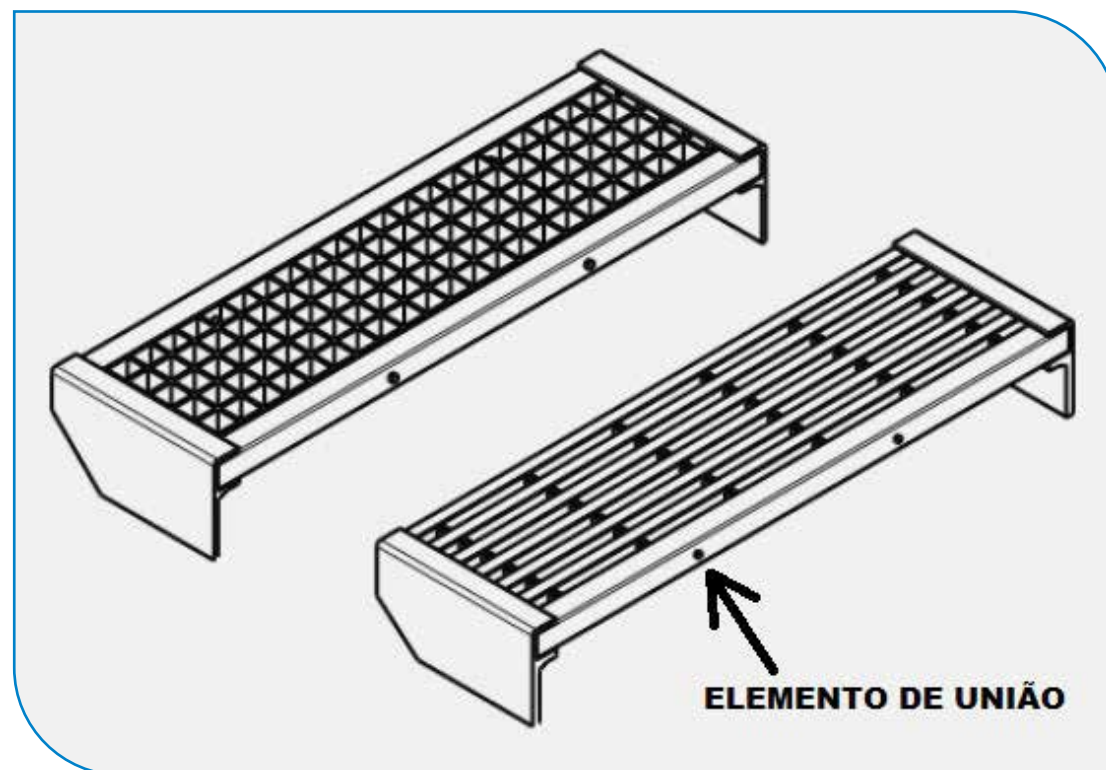
No caso de grades de piso, oriente o instalador a usar a parte antiderrapante para cima. Por mais que isso pareça óbvio, não é raro acontecer de a parte antiderrapante ser instalada para baixo.



DEGRAU

As informações a seguir servem como parâmetros para a instalação de degraus, de forma que seja garantido o recomendado padrão de qualidade.

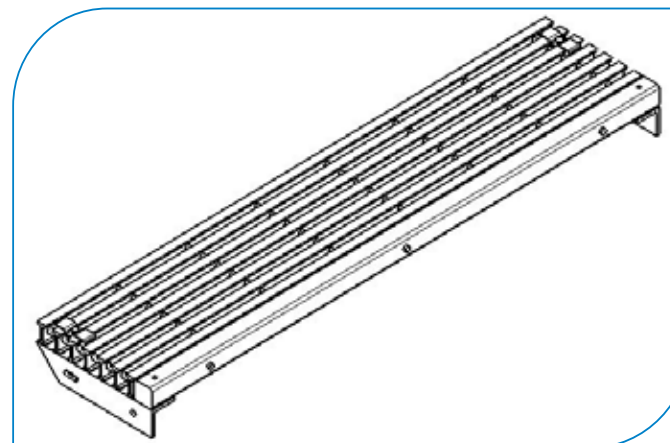
- 1 É necessário o elemento de união entre a testeira e a grade que compõe o degrau.



- 2 A cor da testeira dos degraus deve ser amarelo segurança, com exceção quando sugerido o uso de norma da empresa contratante.
- 3 Uso de 2x tubos quadrados de reforço (frente/fundo), caso a grade seja injetada 38x38x38.



- 4 Suporte para degraus: perfil "F" ou cantoneiras.



A cor da testeira dos degraus deve ser amarelo segurança, com exceção quando sugerido o uso de norma da empresa contratante.

Degraus: comumente são utilizadas grades de piso montadas em perfis pultrudados com alturas entre 1" e 1" ½. Outros modelos podem ser utilizados conforme requisitos do projeto ou disponibilidade de modelos do fabricante;

Reforço do degrau: sistema composto por um perfil de seção quadrada de tamanho correspondente à altura da grade de piso que compõem o degrau;

Suporte para degraus: perfil "F", cantoneiras de 3" ou 4";

Guarda-corpo: sistema constituído por montantes, corrimões, travessas e rodapés fabricados pelo processo de pultrusão;

Fixação: constituído por cantoneiras e/ou sapatas fabricadas pelo processo de laminação e/ou pultrusão;

PATAMARES

Vigas: sistema composto por perfis E 4", E 6", U 4", U 6", U 8", H 4", H 6", I 8". Com espessuras de 4 mm, 5 mm, 1/4" ou 3/8";

Contraventamento: sistema composto geralmente por cantoneiras de 3", 4" ou perfil U 4";

Piso: comumente são utilizadas grades de piso montadas em perfis pultrudados com alturas entre 1" e 1" ½. Outros modelos podem ser utilizados conforme requisitos do projeto ou disponibilidade de modelos do fabricante;

Guarda-corpo: Sistema constituído por montantes, corrimões, travessas e rodapés fabricados pelo processo de pultrusão.

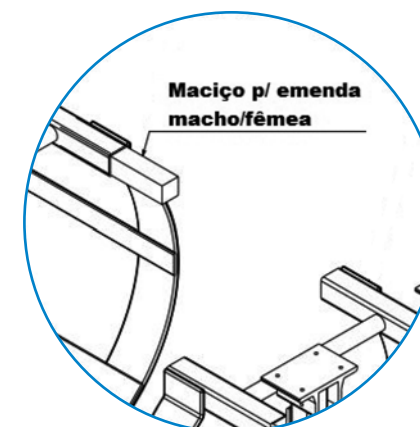


Exemplo de aplicação de escada-marinheiro

Escada MARINHEIRO

As informações a seguir servem como parâmetros para a instalação de escada marinheiro, de forma que seja garantido o recomendado padrão de qualidade.

- 1 Especificação de emenda da escada (quando necessário):
 - Escadas-marinheiro podem ser subdivididas para transporte ou para melhor manuseio durante a instalação;
 - Emendas devem ser do mesmo material (resina) da escada, sendo composta por maciço;
 - Emenda deve ser fixada por meio de parafusos, sendo o uso de cola opcional, como reforço.



2 Tipos de esperas de fixação

- Esperas metálicas
- Esperas soldadas ou chumbadas no local que receberá a escada
- Esperas em pultrudadas (compósitos)
- Esperas laminadas ou chumbadas no local que receberá a escada
- Esperas laminadas diretamente no local
- Esperas laminadas no local e/ou na escada



Esperas de compósitos chumbadas diretamente na parede



Esperas de compósitos laminadas diretamente no tanque

3 Linha de vida vertical

- Inox
- Colunas e cabos de inox
- Galvanizada pintada
- Colunas em aço galvanizado e pintado e cabos de inox

4 Composição estrutural

- Longarinas principais (coluna) em perfil quadrado/retangular
- Degraus em perfil cilíndrico
- Perfil dos aros de proteção com geometria plana



5 Pontos da norma NR12

- A gaiola de proteção deve possuir barras verticais com espaçamento máximo de 300 mm entre si
- Vãos entre arcos de, no máximo, 300 mm

Escada INCLINADA

As informações a seguir servem como parâmetros para a instalação de escada inclinada, de forma que seja garantido o recomendado padrão de qualidade.

- Sugestão de fornecimento: escadas com as extremidades das longarinas retas para corte angular em campo.
- Sugestão de fornecimento: fixação dos degraus na longarina por um parafuso por aba/suporte, facilitando o ajuste de nível em campo.
- Inserção de suportes/cavaletes/mãos-francesas para lances de escadas com comprimento superior a 4 metros ou conforme necessidade do projeto.



Mão-francesa para escadas com comprimento superior a 4 metros

As dimensões abaixo são referências e podem variar conforme o projeto.

ESCADAS INCLINADAS

Vigas: sistema composto por perfis “U 4”, U 6”, U 8”, H 4”, H 6”, I 8”. Com espessuras de 1/4” ou 3/8”;

Contraventamento: sistema composto geralmente por cantoneiras de 3”, 4” ou perfil U 4”;

PATAMARES

Vigas: sistema composto por perfis E 4”, E 6”, U 4”, U 6”, U 8”, H 4”, H 6”, I 8”. Com espessuras de 4 mm, 5 mm, 1/4” ou 3/8”;

Contraventamento: sistema composto geralmente por cantoneiras de 3”, 4” ou perfil U 4”;

Checklist - Escadas Inclinadas e Degraus

Em qual ambiente os materiais serão instalados?

Interno Externo Litorâneo /Offshore Onshore

Ambiente: Industrial Urbano

Tipo de indústria: Oil & Gás Fertilizantes ETA ETE Papel e Celulose
 Siderurgia Outros _____

Exposição com agentes químicos? Sim Não

Se sim, quais? _____ Estado? _____ Concentração _____ Temperatura _____
 Pó Sólido Líquido Névoa Vapor _____ % _____ °C
 Pó Sólido Líquido Névoa Vapor _____ % _____ °C
 Pó Sólido Líquido Névoa Vapor _____ % _____ °C
 Pó Sólido Líquido Névoa Vapor _____ % _____ °C

Nível de contato com o(s) agente(s) químico(s)? Constante Intermitente

Qual a temperatura a ser instalado o produto? _____ °C

Alguma parte da escada ou degrau estará exposto a temperaturas acima de 50°C?

Sim Não

Nível de exposição ao calor? Constante Intermitente

As escadas ou degraus devem ter propriedade autoextinguível? Sim Não

Alguma norma ou requisito específico relacionado ao material?

(Nacionais, internacionais ou especificações internas) _____

A escada será apenas para trânsito de pessoas ou haverá aplicação de algum esforço maior?

Qual a altura da escada? (Informe o número e a altura de cada pisos) _____

Qual a largura da escada? _____

Qual é o ângulo da escada? _____

Qual a estrutura de fixação da escada? Colunas e vigas de concreto

Paredes de concreto Colunas e vigas de aço Colunas e vigas em PRFV

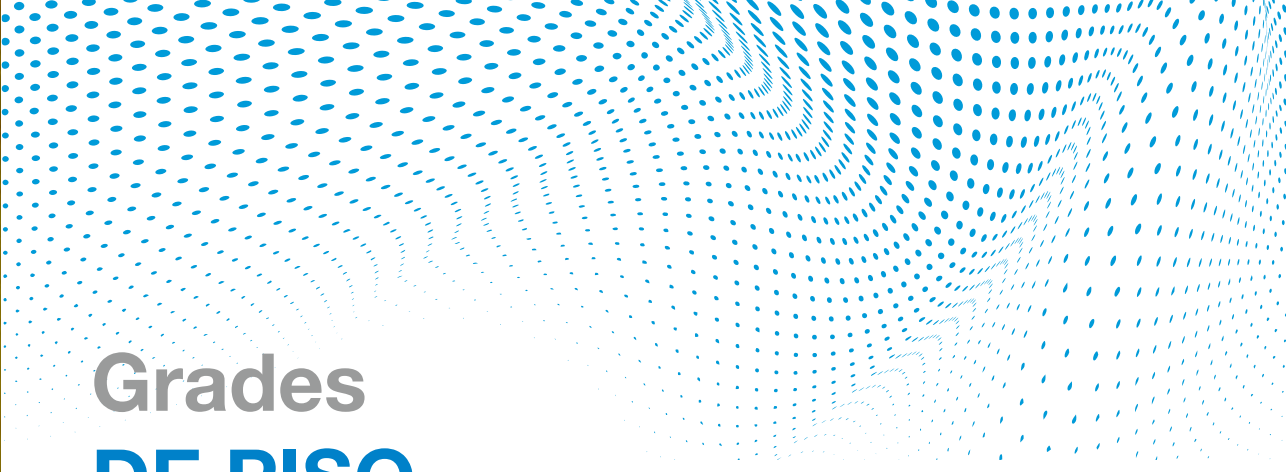
Outros _____

Para o caso de degraus, em que tipo de longarina o produto será fixado?

Aço Fibra de vidro



Grade injetada



Grades DE PISO

As informações a seguir servem como parâmetros para a instalação de grades de piso, de forma que seja garantido o recomendado padrão de qualidade.



Grade pultrudada tipo montada

Caracterização

Existem dois tipos de grades compósitas ou plástico reforçado com fibras de vidro (PRFV): grades injetadas e grades montadas/pultrudadas.

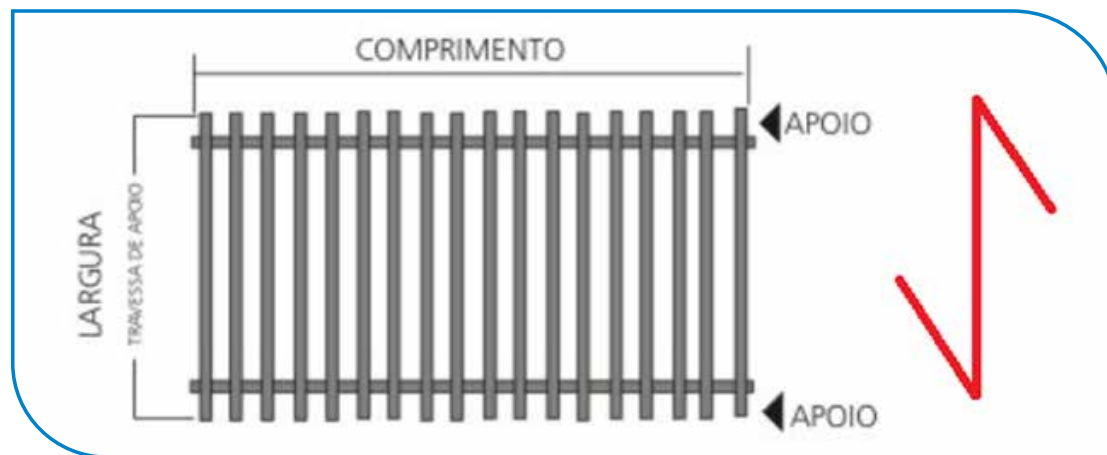
As grades pultrudadas são caracterizadas por serem montadas com perfis pultrudados. Já as grades injetadas são feitas pelo processo de injeção e se caracterizam por serem monoblocos/monolíticas.

Barra portante

Antes da instalação, é necessário a identificação da barra portante ou sentido de apoio.

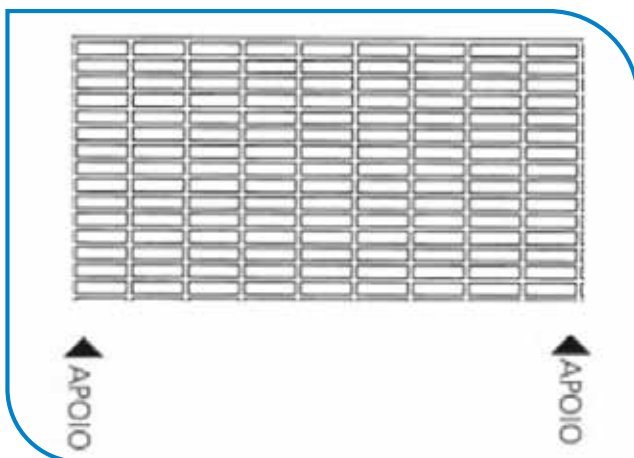
Uma grade instalada de maneira incorreta pode não suportar a carga para a qual foi dimensionada.

Alguns modelos de grades, como as grades pultrudadas, possuem seu sentido de apoio nos perfis do tipo “i”, conforme figura abaixo.



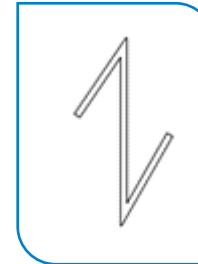
Exemplo de sentido de apoio grade pultrudada

Já as grades injetadas contam com diversos tipos de malhas. No caso de malhas quadradas, o sentido de apoio é indiferente, pois ocorre o apoio bidirecional. Para malhas retangulares, no entanto, é necessário seguir o sentido da barra portante.



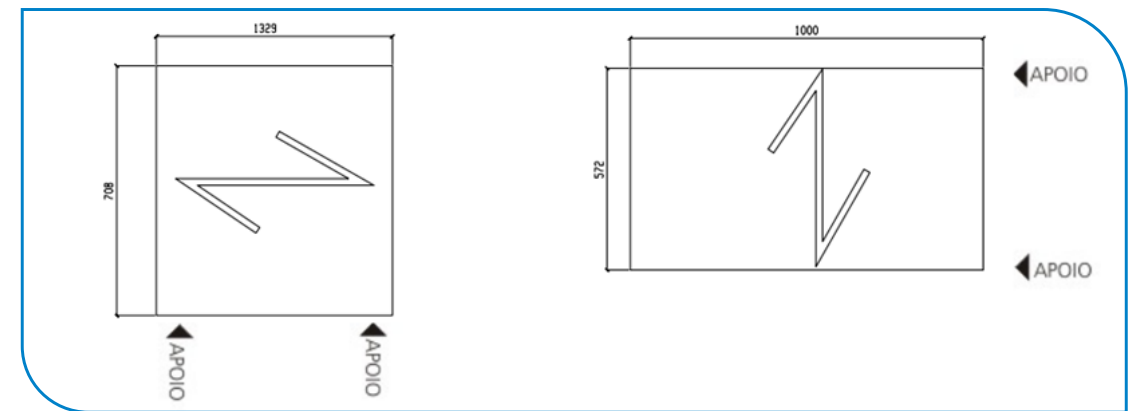
Exemplo de tipo de apoio de grade injetada

A representação do símbolo de sentido de apoio é comumente feita por esta imagem:



Símbolo que representa o sentido de apoio da barra portante

Outros exemplos de representação do sentido de apoio.



Outras representações de sentido da barra portante

Sentido do antiderrapante

Por segurança, as grades possuem antiderrapante na parte superior. É necessário identificar qual é a superfície mais áspera e posicioná-la com a sua face virada para cima.

Recortes

Recortes podem ser facilmente feitos em campo. Porém, é necessária a devida atenção. Primeiro devem ser usados os EPI's adequados: óculos de proteção, luvas e máscaras contra pó. Em relação ao maquinário, uma serra de corte com disco diamantado é obrigatório.

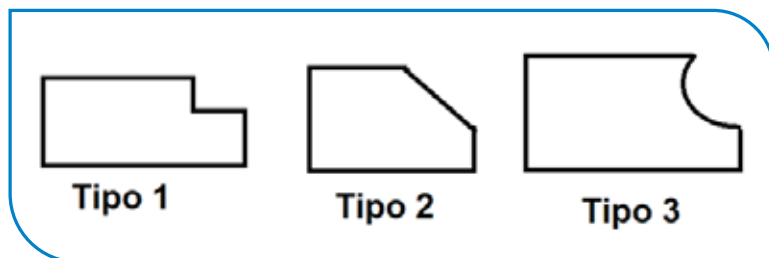
Mesmo respeitando o sentido de apoio, o corte pode fragilizar a grade, a depender de algumas condições. A grade pode ser fragilizada como um todo ou apenas em alguns pontos.

Recortes feitos para a diminuição linear de um lado da grade, desde que executados linearmente, não afetam a resistência.

Exemplo: o usuário solicitou uma grade de 1000x1000mm. Depois de recebido o material, constatou que a medida correta era de 900x1000mm. Desde que seja feito de maneira adequada e as premissas anteriores de apoio sejam respeitadas, o corte não causará problemas.

Agora, quando a necessidade é de recorte para que seja efetuado o encaixe, é preciso avaliar com cautela.

Existem basicamente três tipos de recortes, que podem ser feitos na lateral ou no meio da grade.



Tipos de recorte

As grades pultrudadas possuem sentido unidirecional de apoio. Para recortes em campo, é necessário consultar uma equipe técnica que fará a avaliação do tipo de recorte e sua influência na resistência da grade.

Recortes no meio da grade são mais sensíveis que nas laterais e fragilizam as grades pultrudadas.

Grades injetadas com malha quadrada possuem apoio bidirecional e, portanto, permitem mais liberdade de recortes sem fragilizar tanto a estrutura como acontece com as grades pultrudadas. Desde que, é claro, sejam respeitadas as condições de apoio.

Grades injetadas com malha retangular também possuem limitações. Sendo assim, sempre consulte o fabricante antes de realizar recortes em campo.

Na dúvida, consulte o fabricante.

Requisitos de instalação

A determinação dos requisitos para a instalação de grades em PRFV depende de diversos fatores que podem variar a cada projeto. Para a determinação adequada dos parâmetros mínimos de instalação, devem ser identificados no local os pontos a seguir:

Projeto: verificar se está de acordo com o local de instalação e identificar os possíveis desvios.

Material: verificar se está de acordo com o projeto de instalação.

Local de instalação: avaliar as estruturas e pisos nos quais as grades serão fixadas e as possíveis interferências existentes. Esta análise será determinante para a identificação de possíveis desvios não observados no projeto. Caso o local não esteja em condições adequadas para o início da instalação, o Técnico de Segurança e/ou o responsável pela obra devem ser comunicados. Assim, poderão providenciar os reparos necessários.

Passo a passo:

- Isolar o local de trabalho;
- Realizar a limpeza do local para retirar qualquer impureza que influencie na instalação do produto;
- Nivelar o produto com o piso existente;
- Verificar a posição correta de instalação do produto;
- Verificar o vão máximo permitido;
- Posicionar a grade no local;
- Fixar a grade na estrutura existente.

Fixação

Tipos de grampo

- Utilizar os grampos adequados e que foram especificados em projeto;
- São recomendados 4 grampos por metro quadrado. Para grades pequenas, é recomendado um grampo em cada ponta.
- Fixar os grampos em bases existentes no local, conforme especificado em projeto.

GUARDA-CORPOS

As informações a seguir servem como parâmetros para a instalação de guarda-corpos, de forma que seja garantido o recomendado padrão de qualidade.

Caracterização

O guarda-corpo é caracterizado pelas seguintes partes: montante, passa-mão/corrimão, barra intermediária e rodapé.

Corrimão/passa-mão

Barra intermediária

Rodapé

Montante



Guarda-corpos de PRFV

A parte superior é conhecida como passa-mão ou corrimão. A barra intermediária possui nomes como barra semi-grega e barra semi-ômega. O rodapé é chamado de barra grega ou barra ômega.

Já os montantes são as barras verticais e se caracterizam por contarem com um tubo quadrado e uma sapata para fixação em estrutura.

As sapatas de fixação são de acordo com o especificado em projeto, podendo ser de aço e/ou PRFV.



Sapata de aço



Sapata de PRFV

Requisitos de instalação

A determinação dos requisitos para a instalação de guarda-corpos em PRFV depende de diversos fatores que podem variar a cada projeto. Para a determinação adequada dos parâmetros mínimos de instalação, devem ser identificados no local os pontos a seguir:

Projeto: verificar se está de acordo com o local de instalação e identificar os possíveis desvios.

Material: verificar se está de acordo com o projeto de instalação.

Local de instalação: avaliar as estruturas e pisos nos quais as grades serão fixadas e as possíveis interferências existentes. Esta análise será determinante para a identificação de possíveis desvios não observados no projeto. Caso o local não esteja em condições adequadas para o início da instalação, o Técnico de Segurança e/ou o responsável pela obra devem ser comunicados. Assim, poderão providenciar os reparos necessários.

Guarda-corpo

Isolar o local de trabalho e realizar a limpeza para a retirada qualquer impureza que influencie na instalação do produto. Após nivelar o produto, alinhar os montantes no sentido da instalação. Realizar a furação das sapatas com cuidado, respeitando as dimensões especificadas no projeto. A furação deve ser feita em formato de X. Após a furação das sapatas, fixar os montantes na estrutura com chumbadores ou parafusos.

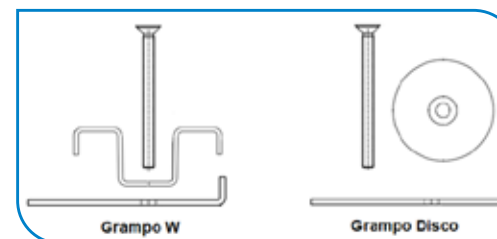
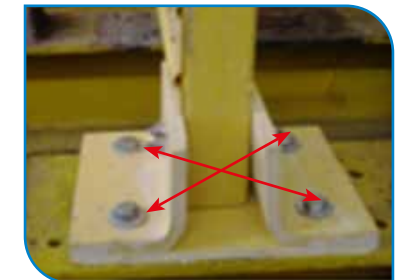
Fixação

- Utilizar parafusos e/ou chumbadores conforme especificados no projeto;
- O torque dos parafusos e/ou chumbadores das sapatas deve ser realizado de maneira alternada, em forma de X, para que haja um torque uniforme.



Parafusos e chumbadores para fixação

Furação e fixação das sapatas em forma de X



Tipos de grampo

Passo a passo

Após posicionar as grades, fixe os grampos em bases existentes no local, conforme especificado em projeto.

Perfis Estruturais

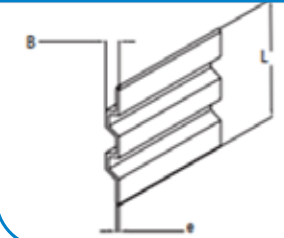
Fabricados pelo processo de pultrusão, os perfis garantem maior leveza, uniformidade, resistência mecânica, além de possuírem uma barreira química anticorrosiva que, dependendo da resina utilizada, possibilita a aplicação tanto em ambiente industrial quanto urbano.

Recomendados para diferentes tipos de aplicações, adequam-se à necessidade do cliente por conta de medidas adaptáveis a qualquer tipo de projeto, podendo ser fracionados ou produzidos em uma peça inteira, de acordo com demanda.

Tipos

Barra Grega

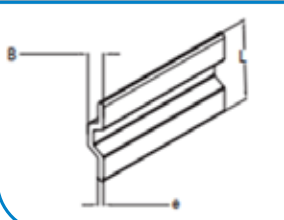
Perfil com diversas aplicações estruturais e medidas para se adaptar a qualquer projeto.



L	B	e	L	B	e	A	Jx	Jy
(POL.)	(POL.)	(POL.)	(mm)	(mm)	(mm)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)
4"	69/127"	1/8"	101,6	13	3,175	3,48	27,2	0,7

Barra Semi-Grega

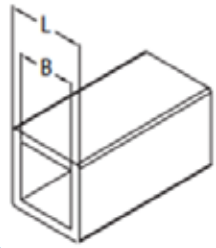
Perfil com diversas aplicações estruturais e medidas para se adaptar a qualquer projeto.



L	B	e	L	B	e	A	Jx	Jy
(POL.)	(POL.)	(POL.)	(mm)	(mm)	(mm)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)
2.3/16"	69/127"	3/16"	55,56	13	4,7	2,92	6,48	0,44

Tubo Quadrado

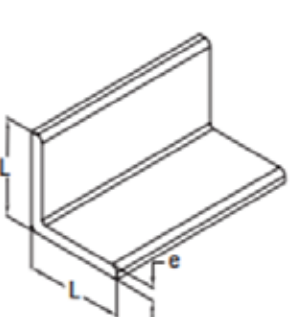
Perfil com diversas aplicações estruturais e medidas para se adaptar a qualquer projeto.



L	B	e	A	B	e	A	J
(POL.)	(POL.)	(POL.)	(mm)	(mm)	(mm)	(cm)	(cm ²)
3/4"	1/2"	1/8"	19,05	12,07	3,175	1,98	0,85
1"	3/4"	1/8"	25,4	19,05	3,175	2,83	2,4
1.1/2"	1.1/4"	1/8"	38,1	31,75	3,175	4,44	9,1
2"	1.1/2"	1/4"	50,8	38,10	6,35	11,29	38
3"	2.1/2"	1/4"	76,2	63,50	6,35	17,74	145

Cantoneira

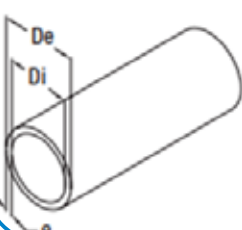
Perfil com diversas aplicações estruturais e medidas para se adaptar a qualquer projeto.



L	e	L	e	A	J
(POL.)	(POL.)	(mm)	(mm)	(cm)	(cm ²)
1"	1/8"	25,4	3,175	1,49	0,87
1.1/2"	1/8"	38,1	3,175	2,29	3,15
1.1/2"	1/4"	38,1	6,35	4,38	5,61
2"	1/4"	50,8	3,35	6,00	14,18
3"	1/4"	76,2	3,35	9,12	49,9
3"	3/8"	76,2	9,525	13,66	71,66
4"	1/4"	101,6	6,35	12,54	125,65

Tubo Redondo

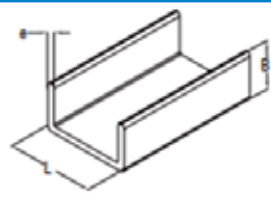
Perfil com diversas aplicações estruturais e medidas para se adaptar a qualquer projeto.



De	Di	e	De	Di	e	A	J
(POL.)	(POL.)	(POL.)	(mm)	(mm)	(mm)	(cm)	(cm ²)
1"	3/4"	1/8"	25,4	19,05	3,175	221,68	1,4
1.1/4"	1"	1/8"	31,75	25,40	3,175	285,02	2,9
1.1/2"	1.1/4"	1/8"	38,1	31,75	3,175	348,36	5,4
2"	1.5/8"	3/16"	50,8	41,28	4,76	688,81	18,44

Pultrudado “U”

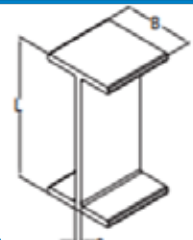
Perfil com diversas aplicações estruturais e medidas para se adaptar a qualquer projeto.



L (POL.)	B (POL.)	e (POL.)	L (mm)	B (mm)	e (mm)	A (cm ²)	Jx (cm ⁴)	Jy (cm ⁴)
4"	1.1/8"	1/4"	101,6	28,6	6,35	9,16	2312,1	5,03
6"	1.5/8"	1/4"	152,4	41,27	6,35	14,04	420,12	17,2
8"	2.3/16"	3/8"	203,2	55,56	9,525	28,08	1484,7	63,32

Pultrudado “I”

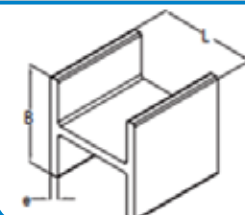
Perfil com diversas aplicações estruturais e medidas para se adaptar a qualquer projeto.



L (POL.)	B (POL.)	e (POL.)	L (mm)	B (mm)	e (mm)	A (cm ²)	Jx (cm ⁴)	Jy (cm ⁴)
6"	3"	1/4"	152,4	76,2	6,35	1856,55	46,88	661,4
8"	4"	3/8"	203,2	101,6	9,525	36,9	2312,1	166,1

Pultrudado “H”

Perfil com diversas aplicações estruturais e medidas para se adaptar a qualquer projeto.



L (POL.)	B (POL.)	e (POL.)	L (mm)	B (mm)	e (mm)	A (cm ²)	Jx (cm ⁴)	Jy (cm ⁴)
4"	4"	3/8"	101,6	101,6	9,525	27,23	456,14	165,37

Plataforma com guarda-corpos, escada e perfis estruturais



ELETROCALHAS

As eletrocalhas são próprias para condução de cabos. Têm ampla variedade dimensional e geométrica, podem ser lisas ou perfuradas, com ou sem tampa.

Algumas práticas comuns de segurança ao montar sistemas de bandejamento em campo devem ser seguidas. Assim, evitam-se problemas como danos ao material ou riscos à saúde do colaborador que entrar em contato com o equipamento.

Como em qualquer outro tipo de serviço, é indicado sempre o uso de EPI's, a exemplo de óculos de segurança, calçados de segurança, máscara contra a poeira e macacões ou aventais quando for serrar, usinar ou lixar, além de luvas e mangotes.

Recomendações

Não use o sistema de bandejamento como passarela ou passagem

O sistema de bandejamento é concebido com a finalidade de suportar cabos de energia ou controle. Portanto, esses equipamentos **NÃO** são projetados para passagens de pessoas ou passarelas. É indicado, em alguns casos, que o usuário exiba um aviso apropriado alertando contra o uso desses sistemas para tais finalidades.

Evite gerar pressão excessiva nos processos de recorte da peça

Evite gerar pressão excessiva quando for serrar, furar etc., a fim de não danificar o material. Para esses tipos de serviços indicamos o uso de brocas, fresas ou lâminas com ponta de carboneto de tungstênio (metal duro), o que garantirá maior vida útil às ferramentas e melhor acabamento ao processo.

Fixação correta durante o trabalho de recortes da peça

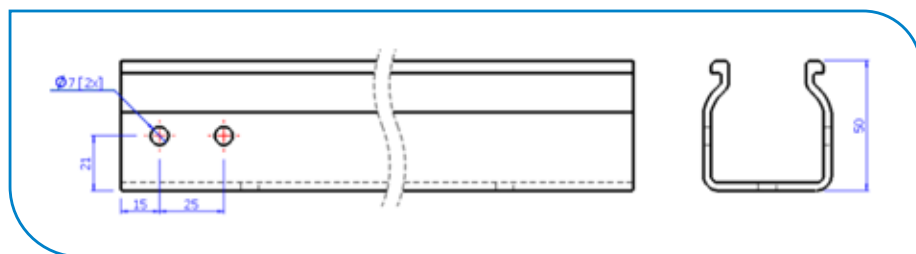
Para evitar lascas nas bordas da eletrocalha durante o corte ou demais processos, faça o apoio de maneira correta, evitando que a região onde será aplicado o processo de recorte balance ou se mova.

Uso de selante

Para manter o material bem protegido e garantir a sua esperada vida útil, é de extrema importância selar as superfícies que ficaram expostas após o processo de recortes. A aplicação do selante evita que o material fique exposto a intempéries, condições que podem causar a entrada de impurezas, o que danifica a estrutura, fragiliza o equipamento e reduz sua vida útil.

Montagem de eletrocalhas

Determinados os componentes e a região onde será feita a junção, deve-se furar as extremidades dos perfis que serão unidos com as dimensões informadas abaixo – ou conforme projeto –, para possibilitar a passagem dos parafusos que fixarão o conjunto.

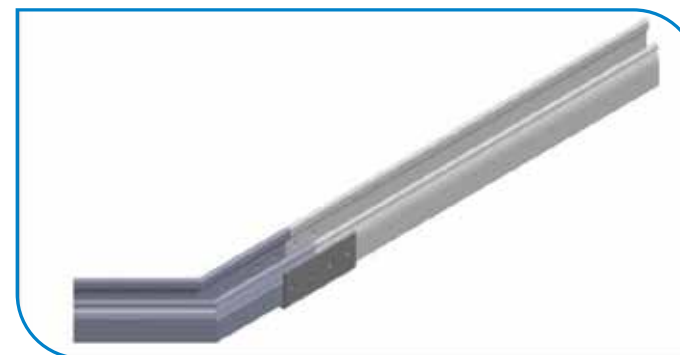


Furação da eletrocalha para união por junção reta “L”

Para realizar a furação desses perfis, é recomendado o uso de brocas com ponta de carboneto de tungstênio (metal duro) ou diamantadas, para que não ocorra danos ao material ou ao próprio instrumento de corte.

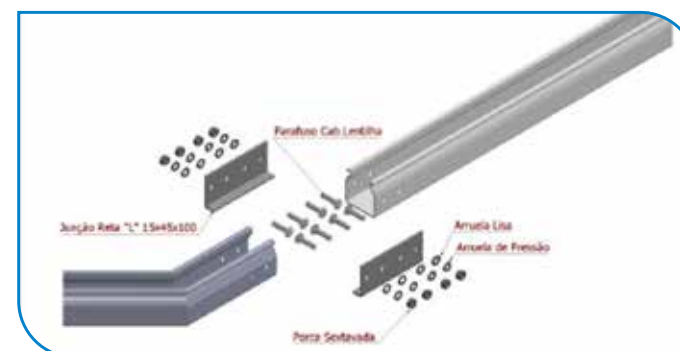
A usinagem dos furos também pode ser realizada por meio do referenciamento e com auxílio da junção que unirá o conjunto. O processo consiste em posicionar a junção na lateral do perfil, de modo que ela fique centralizada e simétrica em relação ao conjunto – os furos são utilizados como referências para furar as eletrocalhas ou derivações.

Após a furação das extremidades das eletrocalhas ou derivações, deve-se colocá-las de forma concorrente e posicionar as junções nos perfis, de modo que os furos de fixação fiquem coincidentes.



Posicionamento da junção reta “L” nos perfis

Após posicionar os perfis conforme descrito na imagem acima, deve-se realizar a fixação dos conjuntos por meio dos parafusos, porcas e arruelas, conforme imagem a seguir.



Posicionamento dos fixadores do conjunto



União finalizada

OBS: torque máximo por parafuso de 18Nm.

Montagem lateral de eletrocalhas

Nos casos em que ocorre a necessidade de união entre eletrocalhas ortogonais, observe as recomendações listadas a seguir.

Com curva vertical interna 90°

Quando o trecho de bandejamento vertical não coincide com a lateral do bandejamento que está no sentido horizontal, indica-se a montagem com auxílio da curva vertical interna 90° (C.V.I.90°).

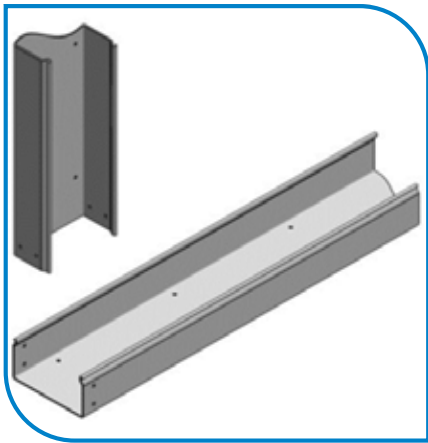
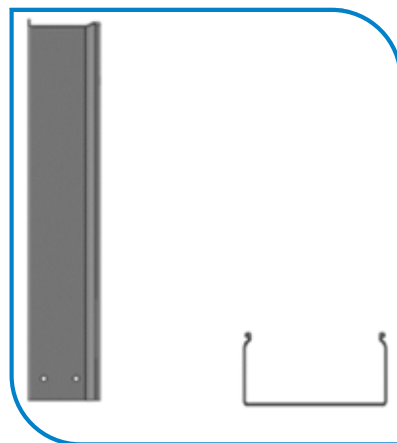
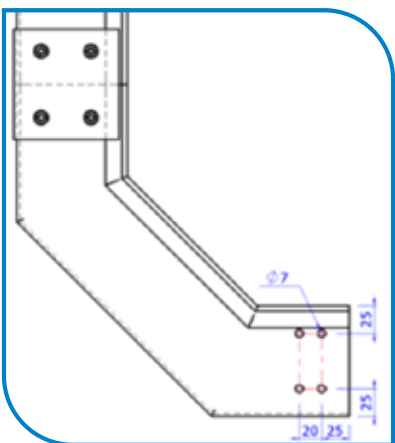


Ilustração isométrica da montagem

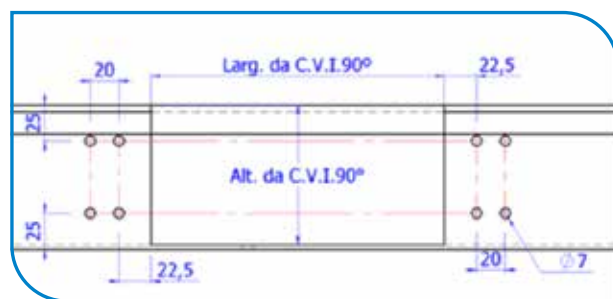


Vista lateral da montagem

A união entre a C.V.I.90° e a eletrocalha que está no sentido horizontal será elaborada com o uso das junções horizontais de 90°. Para que isso seja possível, é necessário inicialmente furar a C.V.I.90° e a eletrocalha horizontal, além de realizar um recorte na aba lateral do trecho horizontal para permitir a passagem dos cabos.



Dimensões para furação da C.V.I.90°

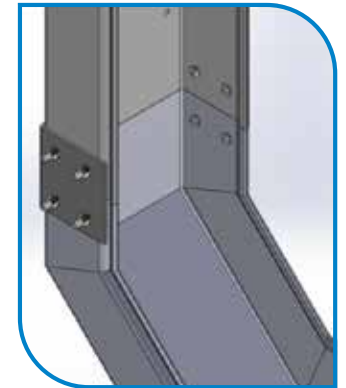


Dimensões para furação e recorte da eletrocalha horizontal

Determinados os componentes e a região onde serão feitas as junções, deve-se iniciar o processo de furação e recortes nas eletrocalhas para permitir a montagem do conjunto.

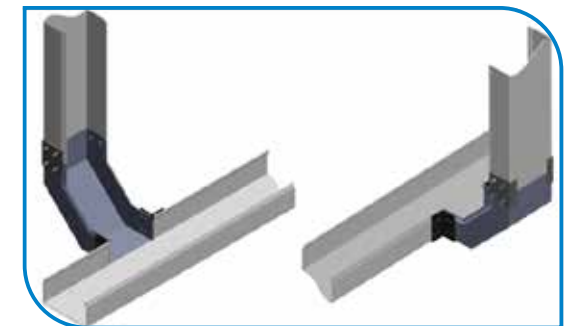
Para a montagem da C.V.I.90° com a eletrocalha vertical, utilize o mesmo método de montagem por meio de junção reta "L".

União da eletrocalha vertical com C.V.I.90° por meio de junção reta "L"



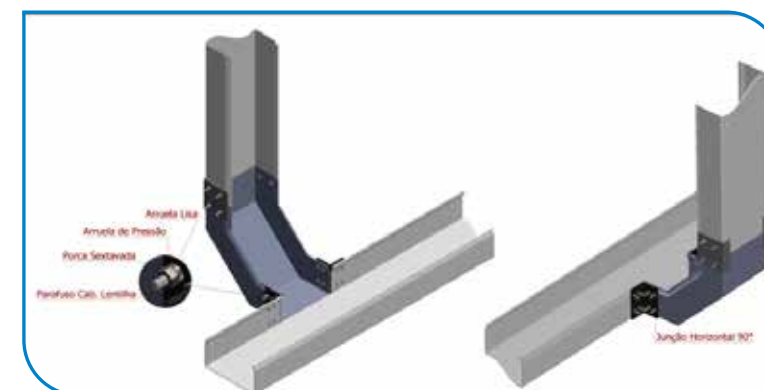
Realizadas as furações, posicione os componentes que serão montados.

Posicionamento dos componentes para montagem



Para que não haja uma sobrecarga na aba lateral do bandejamento horizontal, preveja suportes para o bandejamento vertical. Dessa forma, a carga será distribuída sobre os apoios, o que evita possíveis danos à eletrocalha horizontal.

Posicionados os perfis, realize a fixação dos conjuntos por meios dos parafusos, porcas e arruelas.



União finalizada e detalhe dos fixadores

LEITOS

Os leitos para cabos são recomendados para sustentar e distribuir cabos leves e pesados, com características dimensionais projetadas para diversas cargas e vãos.

Algumas práticas comuns de segurança ao montar sistemas de bandejamento em campo devem ser seguidas. Assim, evitam-se problemas como danos ao material ou riscos à saúde do colaborador que entrar em contato com o equipamento.

Como em qualquer outro tipo de serviço, é indicado sempre o uso de EPI's, a exemplo de óculos de segurança, calçados de segurança, máscara contra a poeira e macacões ou aventais quando for serrar, usinar ou lixar, além de luvas e mangotes.

Recomendações

Não use o sistema de bandejamento como passarela ou passagem

Não use o sistema de bandejamento como passarela ou passagem

O sistema de bandejamento é concebido com a finalidade de suportar cabos de energia ou controle. Portanto, esses equipamentos **NÃO** são projetados para passagens de pessoas ou passarelas. É indicado, em alguns casos, que o usuário exiba um aviso apropriado alertando contra o uso desses sistemas para tais finalidades.

Evite gerar pressão excessiva nos processos de recorte da peça

Evite gerar pressão excessiva quando for serrar, furar etc., a fim de não danificar o material. Para esses tipos de serviços indicamos o uso de brocas, fresas ou lâminas com ponta de carboneto de tungstênio (metal duro), o que garantirá maior vida útil às ferramentas e melhor acabamento ao processo.

Fixação correta durante o trabalho de recortes da peça

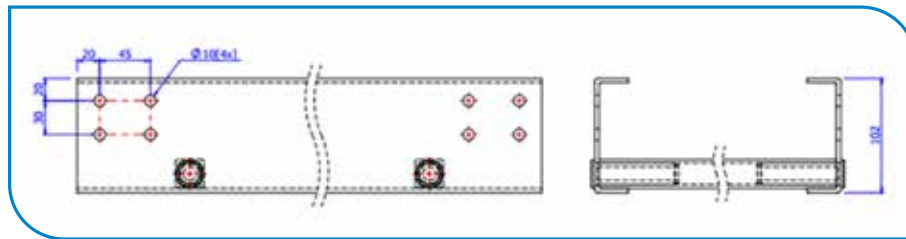
Para evitar lascas nas bordas da eletrocalha durante o corte ou demais processos, faça o apoio de maneira correta, evitando que a região onde será aplicado o processo de recorte balance ou se mova.

Uso de selante

Para manter o material bem protegido e garantir a sua esperada vida útil, é de extrema importância selar as superfícies que ficaram expostas após o processo de recortes. A aplicação do selante evita que o material fique exposto a intempéries, condições que podem causar a entrada de impurezas, o que danifica a estrutura, fragiliza o equipamento e reduz sua vida útil.

Montagem de leitos

Determinados os componentes e a região onde será feita a junção, deve-se furar as extremidades dos perfis que serão unidos com as dimensões informadas abaixo – ou conforme projeto –, para possibilitar a passagem dos parafusos que fixarão o conjunto.



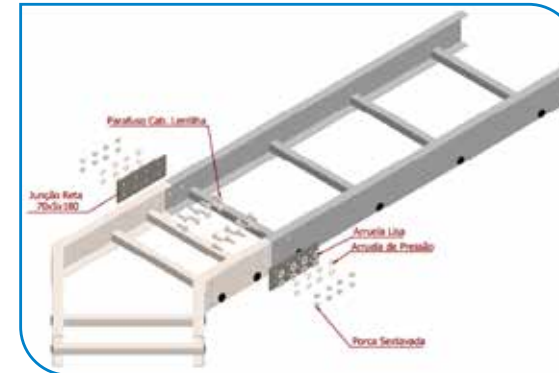
Furação do leito para união por junção reta



A usinagem dos furos também pode ser realizada por meio do referenciamento e com auxílio da junção que unirá o conjunto. O processo consiste em posicionar a junção na lateral do perfil, de modo que ela fique centralizada e simétrica em relação ao conjunto – os furos são utilizados como referências para furar as eletrocalhas ou derivações.

Após a furação das extremidades das eletrocalhas ou derivações, deve-se colocá-las de forma concorrente e posicionar as junções nos perfis, de modo que os furos de fixação fiquem coincidentes.

Após posicionar os perfis conforme descrito na imagem acima, deve-se realizar a fixação dos conjuntos por meio dos parafusos, porcas e arruelas, conforme imagem a seguir.



Posicionamento dos fixadores do conjunto

OBS: torque máximo por parafuso de 18Nm.

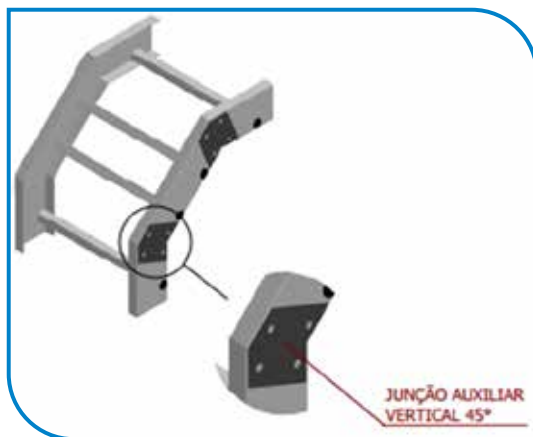


Derivações

Em determinados projetos, é possível produzir algumas peças derivadas dos leitos para possibilitar a união sua própria união. Todas as derivações seguem a montagem dos leitos, mas com alguns ajustes, recortes e junções que viabilizam sua utilização em diversas aplicações. Veja alguns exemplos de derivações.

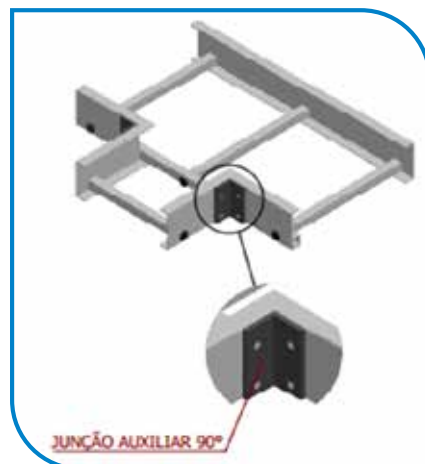
C.V.I. 90°

Curva Vertical Interna a 90°: possibilita a união entre leitos posicionados perpendicularmente na vertical.



C.V.E. 90°

Curva Vertical Externa a 90°: possibilita a união entre leitos posicionados perpendicularmente na vertical.



T.R.90°

“T” com Redução 90°: união de leitos com ou sem redução.

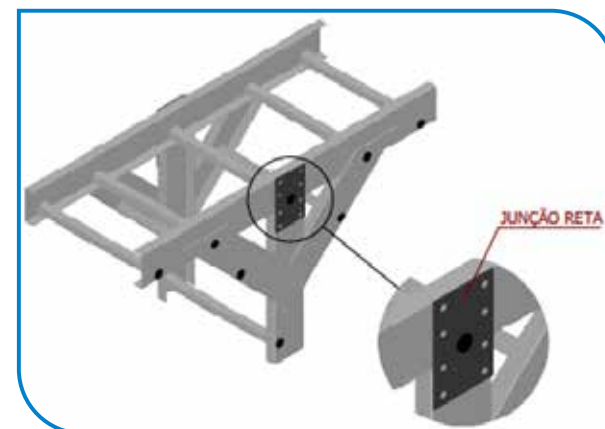


T.H.90°

“T” Horizontal 90°: possibilita a união entre leitos posicionados perpendicularmente na horizontal, permitindo a redução de medida do leito.

T.V.D.90°

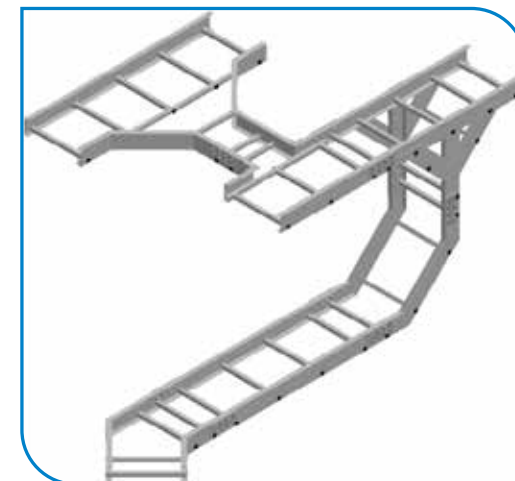
“T” Vertical 90°: possibilita a união entre leitos posicionados perpendicularmente na vertical.



Montagem com componentes diversos

É possível unir diversos componentes a uma estrutura de bandejamento feita por leitos sem a necessidade de ajustes ou recortes. A seguir, veja um exemplo de montagem com algumas peças variadas

Montagem geral de bandejamento com leito e derivações





MINIDICIONÁRIO

A

Absorvedor de UV - Para aumentar a vida útil das peças de compósitos, adiciona-se à resina absorvedor de raios ultravioleta (UV).

Acelerador - Quando usado em conjunto com um iniciador de reação - normalmente, um peróxido orgânico - aumenta a velocidade de quebra do peróxido em radicais livres, acelerando a cura e a interligação do poliéster de maneira controlada. Os mais comuns são os aceleradores de cobalto, cobre, cálcio, potássio e baseados em aminas terciárias (DMA/DEA/DMpT).

Ácido insaturado - O mais empregado é o ácido maleico, na forma de anidrido, e seu isômero, o ácido fumárico.

Ácido saturado - Também chamados de modificadores, os ácidos saturados mais utilizados são o ortoftálico, na forma de anidrido, e seu isômero isoftálico, além do ácido tereftálico, gerando três classes de resinas: ortoftálicas, isoftálicas e tereftálicas.

Adesivo estrutural - Tipo de adesivo com propriedades mecânicas iguais ou superiores às do substrato em que é aplicado. Confere elevada a resistência ao impacto, à fadiga e à vibração.

Aditivo - na indústria de compósitos, melhora as propriedades, facilita o processamento, reduz os custos e até diminui a emissão de estireno desprendido durante a industrialização ou armazenamento da matéria-prima.

Agente desmoldante - Convencional, interno ou semipermanente, é um agente de superfície que impede adesão do gelcoat ou resina sobre o molde, facilitando a extração da peça.

Agente espessante - Substância que aumenta a viscosidade, de forma controlada, do composto de resina e cargas nos processos de moldagem a quente, a exemplo de SMC e BMC. O mais comum é o óxido de magnésio, em concentrações de 0,5% a 1% em relação à resina.

Agente tixotrópico - Substância que, após diluição ou dispersão na resina e no gelcoat, evita o escorrimento desses produtos em superfícies verticais ou inclinadas (ver Tixotropia).

Airless - Sistema que evita a presença de ar na resina ou gelcoat, garantindo uma aplicação sem bolhas e com um acabamento superior.

ALMACO - Fundada em 1981, a Associação Latino-Americana de Materiais Compósitos (ALMACO) tem como missão representar, promover e fortalecer o desenvolvimento sustentável do mercado de compósitos. Com administração

central no Brasil e sedes regionais no Chile, Argentina e Colômbia, a ALMACO conta com cerca de 400 associados (empresas, entidades e estudantes) e mantém, em conjunto com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), o Centro de Tecnologia em Compósitos (CE-TECOM), o maior do gênero na América Latina.

Anidrido - Matéria-prima das resinas termofixas. Os mais utilizados são o anidrido maleico e o anidrido ftálico.

Aramida - (ver Fibras de Aramida)

Autoclave - Aparelho que controla condições como pressão e temperatura

Auto-extinguível - Resinas dotadas dessa capacidade contam com componentes químicos em sua formulação que reduzem a velocidade de propagação da chama, extinguindo a mesma.

B

Barreira química (externa e interna) - Peças de compósitos em contato com substâncias quimicamente agressivas nas duas faces, sujeitas a contato interno ou respingos externos ou em contato com o solo (piscinas e reservatórios, por exemplo) devem possuir barreira química externa para a proteção do laminado estrutural. São construídas com resina e fibras de reforço semelhantes às usadas na barreira química interna, finalizando com a aplicação de gelcoat parafinado.

Biopolímero - Polímero produzido por

seres vivos. Celulose, amido, quitina, proteínas, péptidos, ADN e ARN são exemplos de biopolímeros, nos quais as unidades monoméricas são açúcares, aminoácidos e nucleotídeos. Por conseguinte, são biodegradáveis.

Bisfenol - (ver Resina bisfenólica).

Blenda - Mistura. No caso das blendas de catalisadores, uma blenda de MEKP e AAP garante um tempo de polimerização menor e, em decorrência, uma desmoldagem mais rápida.

Blister - bolha ou empolamento do laminado ou do gel coat.

Bolha de água - Ocorre quando o gelcoat tem contato prolongado com a água. A água o atravessa e gera pressão osmótica em falhas de laminação presentes na interface dele com o laminado estrutural.

Bolha de ar - Grandes protuberâncias observadas no laminado, do lado do gelcoat, alguns dias ou horas depois de a peça ser laminada. É causada pela rolagem deficiente ou pela rolagem em um laminado muito espesso - essa etapa deve ser feita após a aplicação de cada camada.

BMC - Sigla de Bulk Molding Compound. É um composto formado por resina termofixa, fibras de vidro, cargas minerais e aditivos. Sua moldagem, por compressão ou injeção, dá origem a centenas de peças consumidas pelas indústrias de transporte e eletroeletrônica, entre outras.

Bromo - Quando adicionados à resina, os sais derivados do Bromo retardam ou eliminam a flamabilidade.

C

Cabeça de alfinete - Pequenas depressões ou falhas superficiais, como se o gelcoat tivesse sido furado por agulha ou alfinete. As cabeças de alfinete distinguem-se da porosidade por ocorrerem apenas na superfície, enquanto a porosidade acontece em toda a massa.

Carga mineral - Minerais ou rochas que são encontrados na natureza, como calcário (calcita, dolomita), filito, mica (muscovita, flogopita, biotita), sílica (quartzo, zeólita), caulim, talco, gesso e barita, entre outros. Misturadas com as resinas termofixas, reduzem os custos e melhoram as características físicas (aumento de rigidez) e químicas das peças.

Casca de laranja - Imperfeição na superfície da peça de compósito normalmente causada pelo excesso de viscosidade do gelcoat ou por proximidade do revólver durante aplicação.

Centrifugação - Processo de transformação de compósitos comumente usado para a produção de tubos. As matérias-primas são aplicadas no interior do molde, que gira e é aquecido para acelerar a cura da resina.

Cera desmoldante - Trata-se de um tipo de agente desmoldante convencional. Garante a formação de um filme na superfície do molde que impede a aderência da peça quando ela é retirada. Em geral, a cera desmoldante é formulada a partir da combinação de ceras naturais de carnaúba e solventes.

Cisalhamento - Tensão de cisalhamento ou tensão tangencial é um tipo de tensão gerada por forças aplicadas em sentidos opostos.

Colméia - Material de núcleo usado em peças de compósitos produzidas em estrutura do tipo sanduíche. Pode ser de papel, alumínio e polipropileno. Garante diversos benefícios, a exemplo de maior rigidez e melhor isolamento termo-acústico, além de excepcional leveza.

Compósitos - Material constituído de, pelo menos, dois componentes escolhidos para trabalhar em sinergia. O compósito plástico mais comum resulta da combinação entre resina poliéster e fibras de vidro.

Compressão - Variação do RTM, a compressão dispensa a injeção, mas necessita do auxílio do vácuo, que é responsável pelo fechamento do molde e fluxo da resina.

Contração - Resinas poliéster e éster-vinílicas têm contrações volumétricas da ordem de 6% a 8% após a cura total. Essa contração é proporcional à quantidade de insaturações na molécula (presentes no maleico ou fumárico e no estireno). Para reduzir a contração, utilizam-se termoplásticos de baixo ponto de fusão, que se expandem durante a cura da resina, ou selecionam-se matérias-primas como o dicitlopentadieno-DCPD.

Copolímero - Tipo de plástico (polímero) formado por diferentes monômeros.

Crosslinking - As resinas termofixas, sob a ação do calor, sofrem um processo de reticulação interna, ou crosslinking, também chamado de polimerização ou cura.

Cura – Polimerização da resina. É um processo contínuo, com mudança de estado líquido, estado gelatinoso intermediário e, de forma irreversível, para sólido final. A cura do laminado pode ser determinada pela Dureza Barcol. Nos processos de moldagem à temperatura ambiente, o percentual de cura raramente atinge 90% do valor nominal logo após a desmoldagem. Por esta razão, a pós-cura é uma saída interessante, uma vez que, com o aquecimento acima do HDT (Temperatura de Termo-Distorção) das resinas, há garantias de cura completa.

Curva exotérmica – Representação gráfica do aumento de temperatura da resina durante a polimerização.

D

Delaminação – É o descolamento entre o gelcoat e o laminado estrutural. Essa separação pode acontecer se o laminado estrutural for aplicado sobre o gelcoat muito curado ou contaminado.

Desmoldante convencional ou de sacrifício – (ver cera desmoldante).

Desmoldante interno – Baseado em esteratos, óleos ou polímeros, proporciona desmoldagem através da sua transferência para a superfície quando é submetido à temperatura, que, no caso dos compósitos, é conseguida durante a reação exotérmica de cura da resina. É misturado à resina como se fosse uma carga mineral.

Desmoldante semipermanente – Baseado em resinas reticuláveis que irão curar sobre a superfície do molde, o desmoldante semipermanente permite múltiplas desmoldagens. A sua composição inclui resinas com afinidade pelo substrato do molde, ou seja, que possuem ancoragem sobre moldes plásticos.

Desplacamento – É a separação entre o gelcoat e o molde antes da peça ser desmoldada.

Dureza Shore – Resistência que a superfície do material oferece à penetração de um corpo de forma pré-determinada sob uma carga de compressão definida.

Dureza Barcol – Forma de avaliar a dureza de um material através da resistência à penetração de uma ponta de aço forçada por uma mola. É usada para medir o nível de cura de resinas termofixas. O Durômetro Barcol é um instrumento que mede a dureza numa escala de 0-100.

E

Elongação – Termo comum na indústria de compósitos, é uma tradução incorreta de elongation – o correto é “alongamento”. Trata-se, em linhas gerais, da alteração de comprimento de um material quando este é submetido a uma força de tracionamento.

Enrolamento filamentar (filament winding) – Processo de transformação de compósitos usado para a obtenção de peças cilíndricas, a exemplo de tubos e tanques.

Epóxi – (ver resina epóxi).

Espuma de PVC – Tipo de material de núcleo comumente usado em estruturas sanduíche.

Estabilizante – Composto que supr parcialmente o andamento da reação, e sua atividade está diretamente ligada à temperatura (é muito ativo em temperatura baixa, de até 60 °C). Um exemplo clássico é o terc-butil catecol que, em temperatura ambiente, é forte inibidor estabilizante.

Estireno – (ver Monômero).

Estrutura sanduíche – Os princípios da construção de estruturas do tipo sanduíche foram desenvolvidos a partir da teoria de vigas em forma de I. Através dessa associação, descobriu-se que uma viga podia ficar mais rígida e mais leve com a eliminação de algum material supérfluo, deixando dois flanges horizontais separados por uma alma vertical que os mantinha ligados rigidamente. A construção sanduíche em um laminado de compósito oferece as mesmas vantagens de uma viga I numa estrutura metálica. Porém, em vez de uma alma e dois flanges, usa-se um material de núcleo de baixa densidade, que é faceado em ambos os lados por laminados de fibra e resina.

Exotermia – Liberação de calor para o meio externo.

F

Fibra de aramida – As fibras de aramida são fiadas a partir de poliamidas aromáticas. Altas propriedades mecânicas são obtidas devido ao alinhamento da cadeia do polímero com o eixo das fibras e da rigidez do núcleo aromático. As aramidas são usadas principalmente em aplicações balísticas e de segurança pessoal. Kevlar® (DuPont) e Twaron® (Akzo) são as mais conhecidas.

Fibra de carbono – É produzida a partir de fibras precursoras – normalmente PAN (Poliacrilonitrila) – ricas em carbono. A fibra de carbono exibe o maior índice de rigidez entre todas as fibras encontradas comercialmente, além de resistência muito alta no que se refere à tração, compressão, corrosão e fadiga. A sua resistência ao impacto, porém, é mais baixa que a proporcionada pelas fibras de vidro ou aramida.

Fibra natural – Ainda que as fibras naturais apresentem propriedades muito mais baixas do que as fibras sintéticas, elas suscitam um interesse crescente devido ao apelo ecológico e por representarem um meio de baixar o custo de algumas aplicações. As mais comuns são fibras de juta, sisal, curuá, cana-de-açúcar e madeira.

Fibra de vidro – Reforço mais comum usado pelos fabricantes de peças de compósitos. Pode ser baseada em Vidro-E, Vidro-C, Vidro-ECR, Vidro-AR e vidros de alto desempenho, entre outros. Combinada com a matriz polimérica, eleva a resistência mecânica do laminado.

G

Gelcoat - Produto de formulação complexa, é melhor definido como revestimento de superfície para substratos de compósitos de poliéster reforçados ou não com fibras de vidro. Tem como responsabilidade funcional diferentes possibilidades de acabamento, além de atender às requisições de trabalho especificadas a partir da aplicação final em que a peça será submetida. Os tipos mais comuns são: ortoftálico, isoftálico, isoftálico/NPG, molde, primer, éster-vinílico, blendas e de barreira química.

Gel time - Período em que a resina termofixa, após catalisada, permanece em estado líquido e ainda pode ser manuseada. A partir do momento em que a resina gelifica, ela não retorna ao estado líquido.

H

Hand lay-up - (ver Laminação Manual)

Handling Time - É o tempo que o adesivo estrutural deve ficar parado para que atinja uma carga de, no mínimo, 50 kgf/in². Durante esse período, o adesivo não poderá sofrer qualquer tipo de esforço, pois eventuais movimentos farão com que as ligações inter cruzadas sejam quebradas ou não venham a se formar.

HDT - Temperatura de Termo-Distorção da resina (ver cura)

Hidrólise - Depolimerização ou “quebra do polímero” por reação de H₂O em altas temperaturas (acima de 100 °C). Fatores de absorção de água estão ligados a: permeabilidade da resina, espessura da barreira de resina, estrutura química da resina, acidez livre e índice de hidroxila.

I

Infusão - Processo de laminação por infusão a vácuo destina-se à fabricação de peças com alto grau de qualidade, como cascos de embarcações e pás eólicas.

Inibidor - O inibidor “prende” a cadeia polimérica no estágio inicial de crescimento. Assim, evita que a taxa de polimerização se torne significativa e, desse modo, previne a “gelificação” prematura da resina.

Iniciador - O iniciador principia a reação de cura da resina. São peróxidos orgânicos, sendo os mais usados o peróxido de metil-etil-cetona (MEKP), o peróxido de benzoila (BPO) e o peróxido de hidrocumeno (CHP). Cada um deles é usado em conjunto com os promotores e aceleradores, formando os chamados sistemas de cura.

Interligação - O processo de cura e interligação das duplas ligações (insaturações) do monômero presente na resina se inicia pela desativação do inibidor e formação de radicais que envolvem mais aberturas das duplas ligações, resultando num polímero termofixo com liberação de calor (reação exotérmica) e formação de um reticulado tridimensional. (Ver Crosslinking)

Intervalo de reação - Período em que, após a resina passar para o estado de gel (“gelificar”), ocorre a elevação da temperatura (exotermia).

J

Jacaré - Imperfeição no gelcoat causada pelo ataque do estireno contido na resina de laminação. É ocasionado pela pouca espessura do gelcoat, cura do gelcoat insuficiente ou por tempo de gel muito prolongado da resina de laminação.

K

Kevlar® - Fibra de aramida da DuPont (ver Fibra de Aramida)

L

Laminação à pistola (spray-up) - Processo de transformação de compósitos que consiste na projeção simultânea de resina, catalisador e reforço (fibra de vidro) sobre o molde. Também é chamado de laminação por projeção, aspersão ou à pistola.

Laminação contínua - Processo muito utilizado para a fabricação de telhas e chapas planas. Por ser contínuo, teoricamente não apresenta limite de comprimento.

Laminação manual (hand lay-up) - Técnica mais antiga e mais simples de se obter peças de compósitos. O endurecimento da resina (cura ou polimerização) se dá em temperatura ambiente, sendo desmoldada após duas ou três horas do início da fabricação.

Laminado - Laminados de compósitos podem ser produzidos em uma ou várias lâminas. Além dos tipos de fibra e resina, mais o teor de fibras, cada lâmina é caracterizada pela orientação das fibras em relação a um eixo de referência do laminado.

M

Madeira balsa - Tipo de material de núcleo usado em estruturas sanduíche.

Manta de Fibras Picadas (Chopped Strand Mat) - Produzida exclusivamente a partir de fibras de vidro. É empregada principalmente no processo de laminação manual (hand lay-up). Os requerimentos técnicos das mantas de laminação são: boas características de alfaiataria, rápida impregnação e completa molhagem.

Manta de Filamentos Contínuos (Continuous Filaments Mat) - Difere da manta de fibra picada por ser constituída de fios contínuos, além de apresentar espessura e porosidade maiores. É usada nos processos de transformação de compósitos em moldes fechados (compressão, infusão, S-RIM, RTM e RTM Light) e pultrusão.

Mármore sintético - Tipo de material compósito em que a mistura entre resina termofixa e carga mineral dá origem a peças semelhantes ao mármore natural, porém com propriedades mecânicas superiores. É largamente utilizado na fabricação de lavatórios, pias e tanques de lavar roupa, entre outros.

Massa estrutural - É fornecida de duas formas: massa estrutural para cantos e massa estrutural para colagem. A primeira, composta de resina poliéster, cargas minerais, aditivos e pigmentos (com ou sem fio picado), é utilizada no canto das peças após a aplicação do gelcoat, mas antes da laminação. Dessa forma, auxilia no assentamento e estruturação do laminado na região dos cantos com a camada de gel, evitando a ocorrência de bolhas e trincas. A massa estrutural para colagem, por sua vez, é ideal para unir peças de compósitos - deve ser aplicada em regiões planas. Promove excelente adesão e ajuda a evitar marcas ou retrações.

Microesfera - Microesferas sintéticas ou de vidro, de diâmetros controlados, são largamente empregadas pela indústria de compósitos como cargas.

Molde - ferramenta que dará origem ao formato da peça. Pode ser de compósito, madeira ou metal.

Monômero - As resinas poliéster e éster-vinílicas são sólidas em temperatura ambiente. Para torná-las processáveis, elas são diluídas em monômeros apropriados. Por razões técnicas e econômicas, o monômero de estireno é o mais utilizado pela indústria de compósitos.

N

Nãotecido (Nonwoven) - Estrutura plana, flexível e porosa, constituída de véus ou mantas de fibras.

Núcleo - (Ver Estrutura Sanduíche).

O

Olho de peixe - Defeito no gelcoat causado por contaminação da água, presença de pó no molde ou formulação com viscosidade incorreta. Também pode ser provocado por contaminação no molde com silicone ou excesso de desmoldante semipermanente.

Open Time - É o tempo que o operador possui para misturar os componentes que formam o adesivo estrutural, sem que se inicie a cura do mesmo. Durante esse período, o adesivo apresenta mobilidade desejável para ser aplicado nos materiais a serem colados.

Osmose - A osmose é um fenômeno muito comum que acontece através de uma membrana e sua "capacidade" de permear produtos por diferença de pressão entre os meios, afinidade química etc.

P

Poder de cobertura - Determina a espessura de gelcoat exigida para cobrir a peça que entrará em produção e estabelece os parâmetros para a qualidade necessária do produto recebido versus o produto contratado.

Poliéster Insaturado - Os poliésteres insaturados são ésteres complexos formados pela reação de diálcoois (glicol) e anidridos ou ácidos dibásicos (diácidos), com a liberação de uma molécula de água.

Polímero termofixo - Não amolece com o aumento de temperatura e, por isso, uma vez produzido, não pode ser deformado ou processado diretamente. Para esse tipo de polímero, uma elevação contínua da temperatura leva à degradação do material (queima), antes que qualquer alteração mais intensa nas propriedades mecânicas ocorra.

Polímero termoplástico - Pode ser amolecido, o que permite a deformação a partir do aumento de temperatura e aplicação de pressão. Quando resfriado, retoma a sua rigidez inicial.

Poliuretano - Polímero produzido a partir da reação de poliadição de um poliisocianato (no mínimo, bifuncional) e um polioliol ou outros reagentes, contendo dois ou mais grupos de hidrogênios reativos. As formulações mais comuns dão origem a espumas rígidas, espumas flexíveis, elastômeros e tintas.

Peróxido - Iniciador de reação de polimerização da resina poliéster, o peróxido orgânico é o responsável pelo começo e final do processo de crosslinking - fornece os radicais livres que irão reagir com a ligação dupla de carbono. Os mais usados pelos transformadores de compósitos são: peróxido de metil-etil-cetona (MEKP), peróxido de benzoíla (BPO), peróxido de acetil-acetona (AAP), peróxido de cumeno (CHP), perbenzoato de terc butila (TBPB) e blends entre eles.

Pico exotérmico - é a temperatura mais alta da resina durante a polimerização.

Picotador - Equipamento usado para picotar fibras de vidro.

Pistola - Equipamento comumente usado para aplicar resina e/ou gelcoat (ver spray-up).

Plastificante - material caracterizado pelo elevado alongamento, é misturado a resinas rígidas.

Porosidade - Defeito no gelcoat causado por bolhas de ar, peróxido incorreto (ou falta de peróxido) e espessura incorreta da película.

Promotor - Composto orgânico que, juntamente com o iniciador, promove a reação de cura da resina. Os mais comuns são aminas, naftenato/octoato de cobalto e octoato de cálcio e potássio.

Prepeg - Derivado da expressão "pre-impregnated fiber" (fibra pré-impregnada), é um produto semi-acabado, pouco espesso, constituído por fibras impregnadas de resina e pronto para ser utilizado no processo de fabricação.

Primer – Tipo de gelcoat de uso intermediário. É formulado para receber lixamento e, a partir daí, o acabamento. Combina a ação de aditivos e cargas capazes de proporcionar à superfície uma excelente ancoragem e nivelamento livre de bolhas. Encontra no mercado automotivo a sua maior aplicação.

Print – Indesejável impressão das fibras na superfície do gelcoat, especialmente se a observação for feita sob luz invertida.

Pultrudado – perfis, tubos e demais peças fabricadas pelo processo de pultrusão.

Pultrusão – A moldagem por pultrusão consiste em puxar as fibras impregnadas de resina termofixa através de um molde em processo contínuo. Dá origem aos perfis pultrudados, de larga utilização na indústria.

R

Reologia – Propriedade de fluxo e deformação de materiais líquidos viscosos.

Resina bisfenólica – Produto derivado da reação do óxido de propileno e o bisfenol A, resultando no bisfenol A propoxilado, que depois reagirá com o ácido insaturado – normalmente o ácido fumárico. Por isso, a resina bisfenólica possui poucos pontos sujeitos à ocorrência de hidrólise. É recomendada principalmente para peças que sofrerão ataques químicos ou serão expostas a elevadas temperaturas.

Resina DCPD – Resina termofixa obtida a partir da dimerização (formação de um dímero) do ciclopentadieno, um subproduto do etileno. Apresenta boas propriedades mecânicas, elevada estabilidade dimensional, alta rigidez dielétrica e baixa absorção de água, além de menor contração se comparada às resinas poliéster convencionais.

Resina epóxi – De maneira geral, o grupo epóxi é constituído por um átomo de oxigênio ligado a dois átomos de carbono. Existem quatro tipos principais de resinas epóxi: à base de Bisfenol A, à base de Bisfenol F e/ou Novolaca, bromadas e flexíveis.

Resina éster-vinílica – Resultante da reação do Bisfenol A ou Bisfenol F com Epicloridrina, que gera, dependendo do caso, estrutura epóxi Bisfenol A ou F (Novolaca), reagidas posteriormente com ácido acrílico ou metacrílico e dissolvidas em monômero de estireno. Embora apresente baixo peso molecular, a resina éster-vinílica possui elevada resistência química, em função da grande quantidade de insaturações (C=C) em relação aos grupos ésteres.

Resina fenólica – Obtida a partir da reação de condensação e polimerização entre um fenol e um aldeído. Foi desenvolvida pela primeira vez por Beakland, derivando daí o nome “baquelite” para o primeiro tipo comercial.

Resina isoftálica – Produto da reação entre ácido isoftálico e anidrido maleico ou ácido fumárico e propileno glicol. O ácido isoftálico não forma anidrido cíclico e tampouco sofre desvantagem de regeneração, como no caso do or-

toftálico. Em conseqüência, podem ser obtidos poliésteres de alto peso molecular, ou seja, com cadeias mais longas. Essas cadeias conferem ao produto final maior resistência mecânica, pois absorvem melhor os impactos. Por conseguinte, tornam-se polímeros de maior resistência química e térmica.

Resina isoftálica com Neo Pentil Glicol (NPG) – Para melhorar a resistência à hidrólise do poliéster, substitui-se parcialmente o propileno glicol por Neo Pentil Glicol (NPG). O NPG possui baixo teor de hidroxilas livres, o que favorece a hidrólise do poliéster, sua degradação e “solubilização”. Sendo assim, ele é mais indicado em situações nas quais o polímero vai estar continuamente exposto à umidade.

Resina não reativa – isenta de monômero, é comumente usada como veículo para pastas pigmentadas.

Resina ortoftálica – Produto de reação ente ácido ortoftálico e anidrido maleico ou ácido fumárico e propileno glicol, ou ainda glicóis etilênicos. Suas propriedades mecânicas e químicas são inferiores às das demais resinas, devido à dificuldade de se obter polímeros de alto peso molecular. Por outro lado, a resina ortoftálica é a de menor custo nas versões de uso geral e, por isso, é bastante utilizada como matéria-prima de telhas, botões, gelcoat etc.

Resina poliéster – Família de polímeros de alto peso molecular resultantes da condensação de ácidos carboxílicos com glicóis. Dependendo dos ácidos utilizados, são classificadas como resinas poliéster saturado ou insaturado.

Resina tereftálica – Resina em que parte dos ácidos é substituída pelo ácido tereftálico. Apresenta desempenho similar ao das resinas isoftálicas quanto à resistência química, térmica e à hidrólise. Porém, possui baixa resistência aos raios UV, amarelando em menor tempo se comparada com as isoftálicas, em função da presença de anéis aromáticos na molécula da resina.

Reatividade – Relação molar entre ácidos ou anidridos insaturados e ácidos ou anidridos saturados ou modificadores. Exemplo: resina de baixa reatividade possui 2 partes de saturados e 1 parte de insaturados.

Retardante – Os mais comuns são benzoquinona, hidroquinona, toluhidroquinona e di-tercio-butil hidroquinona. A atividade dos retardantes não sofre influência da temperatura e limita-se à quantidade presente na resina. Ou seja, após o consumo de toda a sua quantidade, a reação prossegue normalmente. Esses compostos seqüestram radicais livres, sendo úteis para o ajuste do tempo de gelatinização.

Rigidez dielétrica – Capacidade de resistir a tensões elétricas.

Roving Direto (Direct Roving) – É constituído por uma mecha única de fibra de vidro enrolada numa bobina cilíndrica, com uma altura padrão de 10”. Usado para fabricar uma extensa gama de produtos de compósitos.

Roving de Corte (Choppable Roving) – Comercializados em bobinas cilíndricas, os rovings de corte de fibras de vidro apresentam facilidade de corte, boa molhabilidade e geram baixa quantidade de penugens.

RTM – Sigla de Resin Transfer Molding.

Trata-se, em linhas gerais, da injeção a frio ou transferência por bombeamento de resina termofixa em um molde fechado, no qual foram previamente colocados os reforços, a exemplo de fibras, mantas e tecidos de vidro, carbono ou aramida. Pode ou não haver o auxílio de vácuo para que a resina caminhe ao longo de toda a extensão do molde.

RTM Alta Pressão – Moldes extremamente reforçados feitos de materiais compósitos (resina epóxi, de preferência) ou metálicos, cujo fechamento ocorre normalmente sem o auxílio do vácuo, mas através de grampos pneumáticos, parafusos e prensas. A injeção da resina demanda pressão superior a 4 bar.

RTM High Tech – Variação do RTM que ainda é vista mundialmente como tendência, o RTM High Tech é caracterizado pela combinação de altas pressões de injeção (acima de 8 bar) e uso intensivo de reforços, não só de tecidos e mantas de fibras de vidro, mas principalmente de carbono e aramida, além de resinas especiais, como as de base epóxi.

RTM Integrado – Quase idêntico ao RTM Light, a única diferença do RTM Integrado é a colocação de um material de núcleo entre as camadas de reforços.

RTM Light – Evolução do RTM Alta Pressão, utiliza contramoldes leves, sem caráter estrutural, o que implica em sensível redução do custo de fabricação da peça.

S

Spray-up – Processo de transformação de compósitos que consiste na projeção simultânea de resina, catalisador e reforço (fibra de vidro) sobre o molde. Também é chamado de laminação por projeção, aspersão ou à pistola.

SMC – Sigla de Sheet Moulding Compound. Um composto de resina termofixa e fibras de vidro, no formato de uma lâmina ou lençol e aplicado sobre dois filmes transportadores, é moldado em prensas hidráulicas, utilizando moldes aquecidos. É largamente utilizado pelas indústrias automotiva, elétrica e de construção.

T

Tempo de cura do adesivo – É o tempo no qual o adesivo atingiu a sua maior densidade de ligações inter cruzadas, tanto internamente como em relação aos substratos. Depois desse período, o artefato unido poderá ser utilizado para a sua designação final.

Tempo no recipiente (pot life): Tempo máximo em que o adesivo misturado manualmente em recipiente ainda mantém características de adesão.

Tecido costurado (fabric) – Imprescindível na fabricação de pás eólicas e largamente utilizado em embarcações, ou seja, em aplicações mais técnicas, nas quais a orientação das fibras deve

ser bem definida em cada lâmina do laminado.

Tecido tramado (woven roving) – É fabricado em teares, entrelaçando os fios de urdume (sentido da máquina) com os fios de trama (sentido transversal). Os tecidos tramados são normalmente laminados intercalados com camadas de mantas, visto que dois tecidos laminados (um sobre o outro) produzem um laminado com baixa resistência intralaminar.

Tintas para compósitos – As mais indicadas são: alquídicas, nitrocelulósicas, poliuretânicas, epoxídicas e poliésteres.

Tixotropia – É um comportamento que tem como principal característica a redução da viscosidade após um determinado tempo em cisalhamento constante. É muito comum em resinas destinadas aos processos de laminação manual e com pistola, além de gelcoats. O índice tixotrópico é resultante da divisão da viscosidade obtida a 6 rpm pela viscosidade obtida a 60 rpm.

V

Vacuum Bag – Processo de transformação de compósitos que dispensa o uso de contramoldes. O molde é recoberto por um filme plástico especial, de altíssima resistência à punctura, para que resista à força do vácuo usado para concluir o espalhamento da resina

Véu de superfície – Existem dois tipos de véus de superfície. O mais comum é um tecido não tecido orgânico de base poliéster termoplástico. O outro é formado por fibras de vidro dispersas ale-

atoriamente e ligadas por copolímero estireno-acrílico. Essas fibras são provenientes de vidro A (Alcalino), que se caracteriza pela elevada resistência à corrosão.

Vida estrutural – É o tempo entre o início da operação do compósito e a perda de sua capacidade de suportar cargas mecânicas. A capacidade de suportar cargas pode ser definida de várias maneiras, sendo as mais usadas o surgimento das primeiras microfissuras, a emissão de sinais acústicos e a ruptura das lâminas.

Vida funcional – É o tempo entre o início da operação do compósito e a perda de sua capacidade de desempenhar funções julgadas importantes pelo usuário. A vida funcional é determinada pela aparência, desgaste ou por outras propriedades subjetivas, e nada tem a ver com a capacidade estrutural.

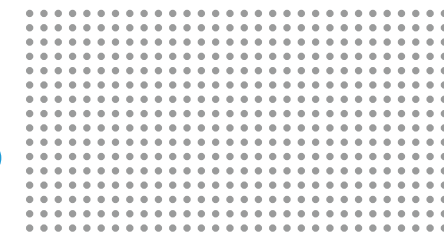
Viscosidade – A viscosidade é a propriedade dos fluidos correspondente ao transporte microscópico de quantidade de movimento por difusão molecular. Quanto maior a viscosidade, menor será a velocidade que o fluido se movimenta. As resinas termofixas podem apresentar baixa, média e alta viscosidade (Ver Tixotropia).

VOC – Sigla de Volatile Organic Compounds. Substâncias químicas, como determinados solventes, rapidamente evaporam e podem poluir a atmosfera.

W

Woven Roving - ver Tecido tramado.

Nossos PATROCINADORES



www.cogumelo.com.br



OSWALDO CRUZ
QUÍMICA

www.ocq.com.br



www.cpicfiber.com.br



www.enmac.com.br



www.owenscorning.com.br



www.ineos.com/composites



www.reichhold.com



www.novapol.com.br



www.stratusfrp.com



ALMACO | Associação Latino-Americana de Materiais Compósitos
Av. Professor Almeida Prado, 532 - prédio 65 - 1º andar
Cidade Universitária - São Paulo/SP - 05508-901
Tel: (11) 4934-5799 / WhatsApp: (11) 93492-6553
e-mail: marketing@almaco.org.br - www.almaco.org.br