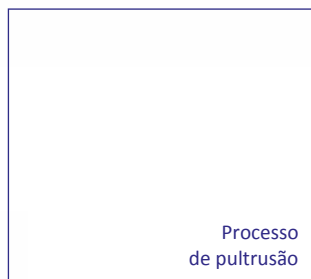




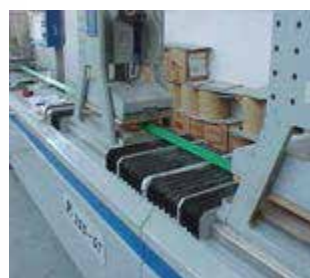


Os perfis pultrudidos são produtos de alta performance, fabricados num processo contínuo de produção chamado pultrusão. A pultrusão é um processo de fabrico contínuo de perfis em plástico reforçado com fibra. Envolve a incorporação de fibras, tais como fibra de vidro, de carbono ou de aramida (Kevlar®), numa gama de resinas de alta performance, sendo a de poliéster de uso geral, mas consoante a aplicação podem ser utilizadas resinas de viniléster, acrílicas e epóxico.

Neste processo, as fibras são arrastadas através de um banho de resina e guiadas até uma feira aquecida. Esta tem a geometria do perfil a produzir. A polimerização do composto fibra/resina ocorre dentro da feira. Um sistema de tracção puxa o perfil até à serra para cortar o perfil com o comprimento desejado. O conteúdo de fibra pode variar entre 40% a 80%, conforme a aplicabilidade do perfil. Engenheiros, Arquitetos e Designers estão constantemente a procurar modos para melhorar os seus produtos. A selecção do material é a parte crítica deste processo. Os compósitos pultrudidos possuem múltiplas vantagens sobre a maioria dos materiais tradicionais, tais como o aço e o alumínio e têm cada vez maior procura.



Processo de pultrusão





Propriedades e Benefícios

- △ Ausência de manutenção.
- △ Excelente resistência à corrosão, a ácidos e a muitos produtos químicos.
- △ Leveza e maneabilidade, cerca de 1/4 do peso do aço e 2/3 do alumínio.
- △ Elevada relação resistência/peso.
- △ Isolamento eléctrico e térmico, não condutor em temperaturas extremas.
- △ Não-magnético.
- △ Estabilidade dimensional, baixo coeficiente de expansão térmica. Resistente ao calor e frio intenso.
- △ Cor, são adicionados pigmentos para obter a cor desejada. A matriz é toda da mesma cor, o que faz com que os riscos sejam disfarçados.
- △ Processamento dos perfis, estes materiais são facilmente cortados, furados, colados, rebitados ou aparafusados utilizando o equipamento convencional.
- △ Excelente comportamento à fadiga e fluência.
- △ Transparente à transmissão de rádio frequência.
- △ A quase infinidade de secções possíveis significa um alto nível de liberdade de design e escolha de propriedades como a resistência, peso, cor e flexibilidade.
- △ A natureza do processo de fabrico garante reprodutibilidade e não coloca limitações no comprimento dos perfis.
- △ Bom amortecimento de vibrações mecânicas.



Elétricas

- △ Caminhos de cabos
- △ Esteiras de cabos
- △ Escadas isolantes
- △ Armaduras
- △ Transformadores eléctricos
- △ Tirantes
- △ Estruturas não magnéticas
- △ Postes de iluminação
- △ Postes eléctricos
- △ Cabos de ferramentas



Transporte

- △ Perfis para camiões
- △ Reboques
- △ Prumos para placas sinalizadoras
- △ Estruturas de contentores
- △ Barras de amortecimento



Construção civil/anticorrosivo

- △ Estruturas de edifícios
- △ Guarda corpos
- △ Passadiços
- △ Armaduras de câmaras de frio
- △ Escadas
- △ Barreiras de proteção
- △ Pontes de peões



Lazer e Desporto

- △ Vara de salto
- △ Bancos de Jardim
- △ Vedações
- △ Mastros para bandeiras



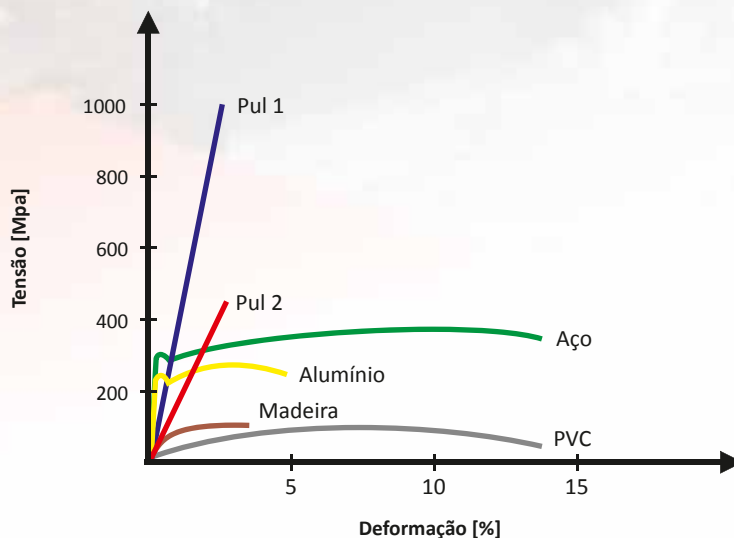
Os perfis pultrudidos são perfis em plástico constituídos por resina, normalmente termo-endurecível, reforçados com fibra, podendo esta última ser de vidro, carbono ou aramida. Estes perfis apresentam elevada resistência mecânica específica e química, pelo que são aplicados em locais onde existem problemas de corrosão, de forma a evitar frequentes ações de manutenção. As propriedades mecânicas variam com as resinas e reforços utilizados, sendo os perfis de poliéster com reforço de fibra de vidro os mais usuais.



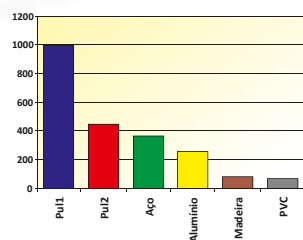
Propriedades e comparação

Pul 1 – perfil pultrudido só com reforço unidireccional de fibra de vidro.

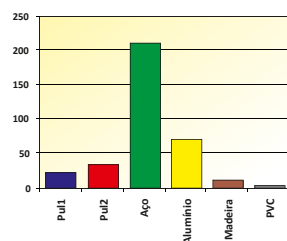
Pul 2 – perfil pultrudido com reforço unidireccional e manta de fibra de vidro.



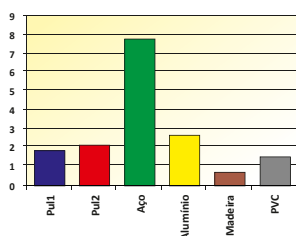
Tensão Ruptura à Tração [MPa]



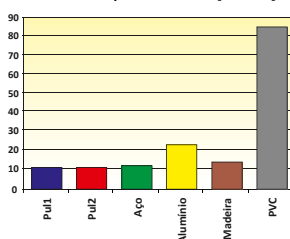
Módulo de Elasticidade [GPa]



Peso Específico [kg/m³]



Coef. de Expansão Térmica [x10⁻⁶ °C]



Propriedades	Norma	Unidades	Valor médio
Densidade	ASTM D 792/UNI 7092	g/cm ₃	1.8
Conteúdo de substâncias Inorgânicas	ISO 1172	%	60
Absorção de água	ASTM D 570/ISO 62	%	0.15
Dureza Barcol	ASTM D 2583	—	50
Resistência ao impacto Charpy	ASTM D 256/UNI 6062	KJ/m ₂	230
Coefficiente de expansão térmica ⁽¹⁾	ASTM D 696/UNI 6061	1/°C	11x10 ⁻⁶
Propriedades à tração ⁽¹⁾	ASTM D 638/UNI 5819		
Módulo de Elasticidade	“	GPa	32
Resistência	“	MPa	450
Elongação à ruptura	“	%	1.5
Propriedades à Flexão ⁽¹⁾	ASTM D 790/UNI 7219		
Módulo de Elasticidade	“	GPa	23
Resistência	“	MPa	450
Módulo da Secção	—	GPa	28
Propriedades à Compressão ⁽¹⁾	ASTM D 695/UNI 4279		
Módulo de Elasticidade	“	GPa	23
Resistência	“	MPa	350

⁽¹⁾: Os valores indicados referem-se à direção longitudinal do perfil.



Os guarda-corpos em perfis pultrudidos são aplicados em estruturas industriais, comerciais e domésticas. A sua elevada resistência à corrosão aliada ao seu baixo peso são as principais características. Estes guarda-corpos podem ser aplicados com coloração monocromática ou policromática, e podem ser pré-fabricados ou facilmente fabricados no local. A guarda está concebida de forma a não ter manutenção durante anos.

A configuração dos guarda-corpos é infinita, podendo combinar uma grande variedade de perfis e outros materiais.

A fixação destes pode ser efetuada lateralmente, com a aplicação de buchas ou parafusos, preferencialmente em aço inox, ou na vertical utilizando um acessório, paté, que deverá ser em inox ou num material também resistente à corrosão e sem manutenção.

É possível colocar portas nos guarda-corpos, que podem ter a mesma configuração destes.



Guarda-corpos





Escadas

As escadas em perfis pultrudidos são caracterizadas pela sua resistência à corrosão, leveza e facilidade de montagem. Estas escadas são pré-fabricadas e aplicadas sem serem necessários meios de elevação pesados. A sua leveza é uma das razões de aplicação em locais onde os meios de elevação não têm acesso.

Constituídas por perfis pultrudidos e gradil em PRFV, ligadas com parafusos em aço inox, permitem ter um tempo de serviço muito grande com ausência de manutenção.

As escadas em perfis pultrudidos apenas podem ser fabricadas em troços retos. As que acompanham paredes curvas são fabricadas em segmentos de reta de forma a acompanhar a curvatura.

Para escadas que têm de ter formas circulares o processo de fabrico do material em PRFV é diferente, como é o caso de escadas em caracol. Os degraus destas são fabricados por um processo diferente. Cada degrau é uma só peça e são encaixados entre si sobre uma coluna central.



Passadiços

Os passadiços em PRFV (plástico reforçado com fibra de vidro) são constituídos por perfis pultrudidos e o chão por gradil ou tampa em PRFV. Estes passadiços são a escolha ideal para locais onde existem problemas de corrosão. A leveza destes materiais facilita bastante o trabalho de montagem, não sendo necessária a utilização de meios de elevação. Cerca de 4 vezes mais leve que o aço, estes materiais podem ser carregados com recurso a poucos meios humanos.





As escadas em perfis pultrudidos são caracterizadas pela sua resistência química, leveza e ausência de manutenção. Estas podem ser fixas ou móveis. As escadas verticais fixas são aplicadas na indústria química, saneamento, estações de tratamento de águas, etc.

A sua inocuidade em contacto com a água permite a sua utilização em sistemas de água para abastecimento humano.

As escadas verticais fixas, podem ser fornecidas com guarda-costas sempre que necessário.

O guarda-costas também constituído do mesmo material permite a sua aplicação em qualquer situação.

As escadas com guarda-costas podem ter saída superior, frontal ou lateral, direita ou esquerda. No caso de escada com saída superior a escada e guarda-costas vão até ao topo superior da escada. Nestas, a saída superior não tem qualquer apoio para ajudar na saída.

Nas escadas com saída frontal, é acrescentado à escada um troço sem degraus acima da cota de saída de forma a dar apoio à entrada e à saída superior. Neste caso existem dois prumos de apoio. Nestas escadas o guarda-costas vai até à altura dos prumos de apoio.

Nas escadas com saída lateral, a escada é mais comprida, o suficiente para permitir ter apoio na saída lateral e o guarda-costas que vai até à cota superior da escada é interrompido do lado da saída.

Poderão ser colocados patamares intermédios de descanso também com perfis pultrudidos e gradil ou tampa em PRFV.

As escadas em perfis pultrudidos móveis têm como principal aplicação a indústria eléctrica. O seu isolamento eléctrico é assegurado pelos prumos em perfis pultrudidos, podendo os degraus ser em alumínio ou perfis pultrudidos.





Gradil

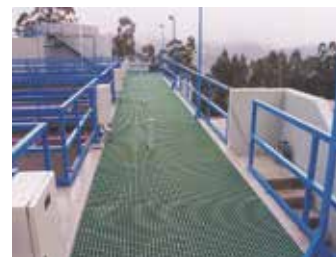
O gradil moldado em PRFV, composto por fios de fibra de vidro e resina termoendurecível, é o pavimento ideal para muitas aplicações. Quimicamente resistente e mais leve que os gradis metálicos, este tipo de material é uma boa escolha para instalações industriais, urbanas e domésticas não sendo necessária qualquer manutenção. Este gradil é fabricado em painéis com uma malha de alta resistência que permite o corte no local de aplicação, de forma a minimizar o desperdício. Após o corte ou recorte não é necessário nenhum tratamento adicional. Moldado numa só peça, a superfície superior côncava torna-o antiderrapante. Em aplicações de maior exigência pode ser aplicada uma camada areada antiderrapante.

O gradil de malha quadrada é o que tem a melhor resistência bem como o melhor aproveitamento. Tem malha quadrada com barras de secções iguais nas duas direcções, que permite a sua aplicação sem necessidade de apoio contínuo.



Vantagens do gradil moldado

- △ Resistente à corrosão
- △ Elevada resistência
- △ Resistente ao impacto
- △ Resistente ao fogo
- △ Não condutor eléctrico
- △ Não magnético
- △ Anti escorregamento
- △ Anti faísca
- △ Sem manutenção
- △ Leve / fácil de instalar
- △ Produzido na cor pretendida



Tipos de resina

Dependendo dos requisitos da aplicação final, podem ser utilizados os seguintes tipos de resina:

Tipo	Características	Aplicação
OF	Resina de poliéster ortoftálica	Ambientes levemente corrosivos
IF	Resina de poliéster isoftálica	Aplicações industriais e químicas, onde a resistência à corrosão é importante
VF	Resina de Viniléster	Aplicações industriais e químicas, onde a resistência química é muito grande
PF	Resina Fenólica	Elevada resistência ao fogo e baixa emissão de fumo

Todos os tipos de gradil têm classe 1 para um coeficiente de propagação de chama de 25 ou menos, de acordo com a norma do teste de túnel ASTM E-84. O tipo PF tem um coeficiente de propagação de chama de 5 e coeficiente de densidade de fumo de 5, de acordo com norma ASTM E-84. São possíveis requisitos específicos sob consulta.



Tampa

Uma variante deste gradil é a tampa. Esta é constituída por gradil tapado superficialmente. Na sua superfície pode ser aplicada uma camada antiderrapante extra.

As tampas em PRFV podem ser aplicadas de forma estanque.





Estruturas

Tais como as estruturas em materiais tradicionais, as estruturas em perfis pultrudidos podem suportar grandes cargas.

A sua leveza e ausência de manutenção, mesmo em ambientes quimicamente agressivos são fatores importantes na escolha destes materiais.

As estruturas em perfis pultrudidos podem ser coladas, aparafusadas ou combinação destas.

A flexibilidade do material tem sido uma boa opção em zonas onde os riscos de sismos são maiores.

A escolha destes materiais na reabilitação de casas antigas é uma pratica crescente, sobretudo devido à sua leveza, facilidade de manuseamento e ausência de manutenção. Estes materiais podem ser fabricados com resistência ao fogo e/ou podem ser pintados com tintas resistentes ao fogo.



Vedações

A aplicação de vedações em plástico reforçado com fibra de vidro é ideal para aplicações onde seja necessária resistência à corrosão, ausência de manutenção, facilidade de montagem e onde é necessário rádio transparência, como é o caso de radares e aeroportos.





As coberturas em PRFV (plástico reforçado com fibra de vidro) são desenhadas e fabricadas de acordo com as exigências da aplicação. O reforço de fibra de vidro e matriz de poliéster ou viniléster, são particularmente utilizados em ambientes corrosivos ou em situações onde seja requerida ausência de manutenção. Algumas aplicações típicas são a indústria química, estações de tratamento de água e estruturas comerciais com ambientes salinos. Estas coberturas podem ser autoportantes ou assentes sobre estruturas em perfis pultrudidos. É possível a colocação de entrada de homem ou chaminés.

As peças produzidas em plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV), são produzidas utilizando essencialmente dois elementos, a fibra de vidro (reforço) que é impregnada com resina (matriz plástica). Consoante a resistência química desejada podem ser utilizados diversos tipos de resina. As mais usuais são a de poliéster, que pode ser ortoftálica para soluções onde não é necessária resistência química considerável, isoftálica onde é requerida uma resistência química considerável e viniléster onde é desejada elevada resistência química.

A aplicação de peças de plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV) em coberturas e fachadas tem vindo a ter um aumento de procura significativo devido às suas características, nomeadamente ausência de manutenção, baixo peso, facilidade de manuseamento, estética, etc.

Este tipo de peças podem ser produzidas com diversos tipos de acabamento, a imitar tijolos, granitos, rústico, madeira, camuflado militar entre outros. A coloração é dada através de uma camada de gelcoat que não é mais do que uma pintura no molde antes do fabrico da peça que fica perfeitamente colada à peça e que garante uma vida longínqua e com elevada resistência às intempéries, incluindo aos ultra-violetas.

Também é possível a incorporação de aditivos de resistência extra aos ultra-violetas na resina.

As peças em PRFV podem ser opacas ou translúcidas, não sendo possíveis espessuras superiores a 3 mm em peças translúcidas, sob pena de o não serem. No caso de peças de cobertura, estas podem ser autoportantes, onde a necessidade de colocação das tradicionais asnas de apoio são eliminadas. Estas soluções podem ser aplicadas em edifícios de estrutura metálica, pultrudida ou de betão armado, sendo o seu tempo de aplicação relativamente baixo em comparação com as soluções tradicionais.

Para cada situação é estudada uma solução e desenvolvido um novo produto de acordo com as necessidades. Quando a espessura da solução obtida é elevada, superior a 3 ou 5 mm, devem-se utilizar estruturas tipo sandwich. Neste caso é utilizado um núcleo leve entre as camadas laminadas aumentando assim a espessura sem aumentar significativamente o peso da estrutura, e consequentemente aumentando a resistência das peças. O núcleo pode ser de poliuretano ou tipo ninho de abelha, entre outros.





A Alto dispõe de diversos métodos de fabrico de peças em PRF (plástico reforçado com fibra). Dependendo da série a produzir, bem como das propriedades mecânicas pretendidas, é escolhido o processo mais económico.

Após ser escolhida uma solução é necessária a execução de um molde. Para o fabrico do molde é efectuado um modelo que pode ser metálico, madeira, poliuretano, etc., sobre o qual é produzido o molde. Este é também fabricado em PRFV, o que permite ter custos de moldes relativamente baixos. Consoante a quantidade de peças a produzir o processo de fabrico pode ser um dos seguintes:

Moldação manual – para pequenas séries, normalmente inferiores a 50 unidades. O fabrico da peça é produzido sobre um molde aplicando camadas de fibra de vidro impregnando-as manualmente com resina.

VARTM – para séries superiores a 50 unidades. O fabrico da peça consiste na colocação de fibra de vidro seca no interior do molde que é fechado com um contra molde também em fibra de vidro onde é injetada resina a baixa pressão e é assistido por vácuo. Este processo permite obter ambos os lados das peças regulares e com bom acabamento.

Infusão – para pequenas séries mas com elevadas propriedades mecânicas. Idêntico ao processo de VARTM onde o contra molde é substituído por uma membrana flexível. Neste caso é aplicada máxima depressão e espremendo a resina, garantindo uma concentração de fibra de vidro elevada. Neste processo a quantidade de materiais consumíveis para o fabrico da peça é bastante elevada, pelo que o seu custo é mais elevado. Este processo é utilizado no fabrico de peças técnicas, sendo de destacar o fabrico das asas de aviões, onde a fibra de vidro pode ser substituída por fibra de carbono.



Peças moldadas



www.alto.pt



Zona Industrial da Maia I, setor I
Rua Raimundo Durães Magalhães, lote 20
4475-189 MAIA
PORTUGAL

email: geral@alto.pt
Tel. +351 22 955 88 55
Fax. +351 22 955 88 57

