

## ***PULTRUSÃO COMPOSITES***

### ***INTRODUÇÃO***

*Os compostos de fibras de vidro tem sido usados como material de construção nas áreas de:*

- *Marítima*
- *Construção civil*
- *Resistência química*
- *Elétrica*
- *Setores de transporte, etc.*

*E se tem o conhecimento de ser um material de construção aceitável devido as suas propriedades especiais, quando comparado aos materiais tradicionais.*

*As características principais podem ser resumidas em:*

- *Grande liberdade de design e processamento*
- *Alta resistência com baixo peso*
- *Excelente resistência a corrosão em diversos ambientes*
- *Baixos custos de instalação e manutenção*
- *Boas propriedades de isolamento térmico e elétrico*

*Os compostos reforçados com fibras de vidro podem ser manufacturados em vários processos, desde os manuais de moldagem aberta (Spray-up e Hand Lay-up) até a moldagem fechada mais automatizada (SMC, BMC, Filament Winding, Pultrusão, etc.).*

*O processo de pultrusão teve sua grande virada nos últimos anos. No início dos anos 50, apenas produtos pequenos e relativamente simples eram feitos por este método. Entretanto devido ao desenvolvimento progressivo nos processos e materiais, perfis complexos e de consideráveis dimensões puderam ser manufacturados pelo processo contínuo.*

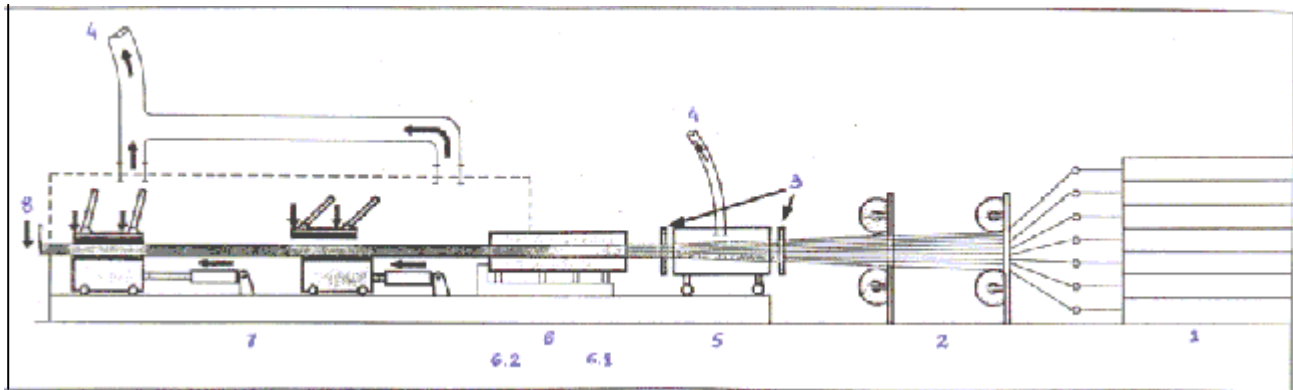
*Pultrusão é um dos métodos de produção desenvolvido para se encontrar demanda de compostos reforçados com fibras de vidro com boas propriedades físicas e mecânicas - compostos que podem competir com os materiais tradicionais em alguns aspectos.*

*É um processo de produção de perfis para diversas aplicações, com propriedades adaptáveis a áreas específicas que possuam requisitos próprios.*

## TECNOLOGIA DO PROCESSO

O princípio da pultrusão consiste em ser um processo de laminação contínua, de diversos estágios integrados em uma simples operação contínua.

### LAY-OUT DO PROCESSO



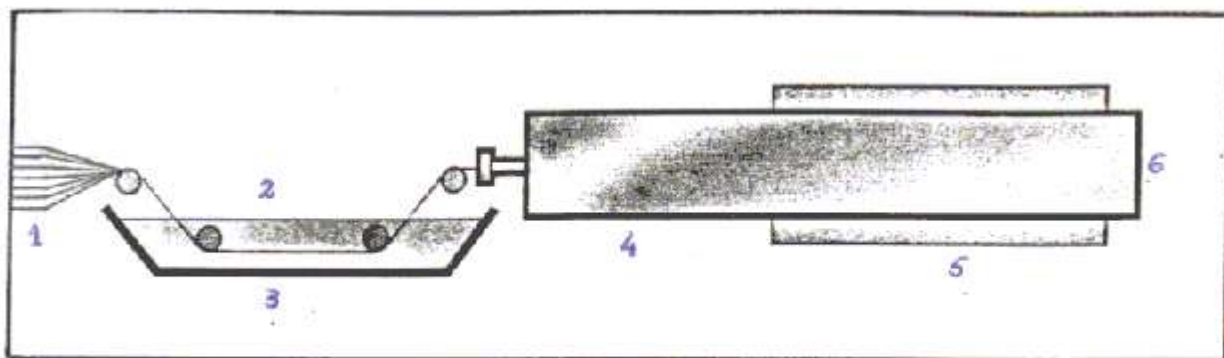
1) ALIMENTAÇÃO DO REFORÇO; 2) MANTA/TECIDO; 3) ORIENTAÇÃO DA FIBRA; 4) EXAUSTÃO; 5) PRÉ-AQUECIMENTO DO REFORÇO OU BANHO DE RESINA; 6) MOLDE; 6.1) INJEÇÃO DE RESINA E/OU CONFORMAÇÃO DO PERFIL; 6.2) AQUECIMENTO E CURA; 7) DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS DE PUXAMENTO; 8) SERRA DE CORTE

O reforço de fibras de vidro é puxado continuamente das bobinas para a zona de impregnação, onde é totalmente molhada com a resina previamente aditivada com iniciador e incorporada com um desmoldante interno. O composto impregnado é puxado para dentro do molde, onde vai tomar a geometria desejada e o calor do molde irá ativar o iniciador, provocando assim a cura da resina.

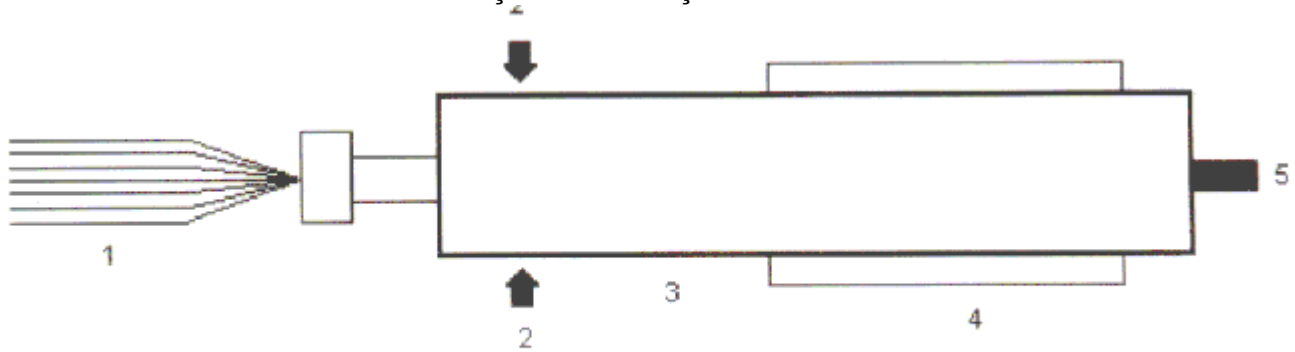
Um dispositivo hidráulico de puxamento traciona o perfil, retirando-o de dentro do molde continuamente. O perfil curado é então finalmente cortado no comprimento desejado.

A impregnação do reforço pode ocorrer de duas maneiras. Ou em uma bandeja de impregnação ou por injeção da mistura resina/iniciador/aditivos diretamente dentro do molde.

### IMPREGNAÇÃO DO REFORÇO EM BANDEJA



1) REFORÇO; 2) MISTURA COM RESINA POLIÉSTER; 3) IMPREGNAÇÃO; 4) CONFORMAÇÃO DO PERFIL; 5) CURA; 6) PERFIL ACABADO



1) REFORÇO; 2) INJEÇÃO DO COMPOSTO RESINA POLIÉSTER/ADITIVOS; 3) IMPREGNAÇÃO DO REFORÇO  
4) CONFORMAÇÃO DO PERFIL; 5) CURA; 6) PERFIL ACABADO

## **MATÉRIAS-PRIMAS**

### **RESINAS**

As propriedades finais desejadas para o perfil é que irão determinar a regra final para a seleção do poliéster insaturado a ser utilizado no processo. A reatividade da resina deve ser levada em consideração para se encontrar uma produtividade eficiente. Alguns tipos de resinas poliéster insaturado foram especialmente desenvolvidas para melhor atender o processo de pultrusão, cada uma com suas características particulares. Em alguns casos é possível a utilização de aditivos termoplásticos para diminuição da contração do composto.

### **INICIADORES**

Como iniciadores são selecionados peróxidos orgânicos, que serão ativados pelo calor aplicado na ferramenta de moldagem, e os quais irão oferecer a reatividade satisfatória e a velocidade de cura.

Normalmente os tipos mais utilizados são os peroxoatos e os perbenzoatos., que podem operar em combinações ou isoladamente.



## Cooperativismo em Materiais Compósitos

### **CARGAS MINERAIS**

*Cargas minerais também podem ser utilizadas no processo, mas usualmente em quantidades limitadas, para não prejudicar a impregnação do reforço, pois o teor de fibras de vidro é muito alto. As cargas mais usuais são o carbonato de cálcio e a alumina tri-hidratada (quando se necessita característica de auto-extinguibilidade).*

### **AGENTES DESMOLDANTES**

*O perfil estando em movimento dentro do molde, deve passar do estado líquido, para semi-líquido e sólido sem oferecer o mínimo de interferência por fricção. Para evitar que a resina fique aderida ao molde durante a cura, é possível o uso de desmoldantes internos na resina, tais como estearatos de cálcio ou zinco e misturas de fosfatos.*

### **REFORÇOS**

*O processo de produção é flexível se visto através da variedade de opções podem ser exploradas para se obter perfis com propriedades específicas. A fibra de reforço, tipo, quantidade e orientação são as primeiras variáveis, e serão de decisiva influência nas propriedades mecânicas do perfil. Os tipos de reforços de fibras de vidro mais usadas são:*

- *Roving plano uni-direcional*
- *Roving torcido uni-direcional*
- *Tecidos*
- *Combi mat (woven roving + fibra picada)*
- *Mantas*
- *Roving de filament winding*

*A fibra também tem a importante função no processo técnico, que é permitir a continuidade do processo, sem haver interrupções.*

### **MOLDE**

*Para a conformação de perfis pultrudados o molde deve ser construído em metal. Pode ser laminado ou fundido em aço 1045 ou 4140. A decisão de cromar o molde é feita pelo moldador. Uma espessura de 0,0005 a 0,001 mm de cromo duro fornece algumas vantagens, como proteger a superfície do molde, aumentando sua vida útil, melhorar o aspecto superficial da peça e facilitar a desmoldagem da peça.*

*No projeto de construção do molde devem ser considerados as zonas de aquecimento.*

4/5



## Cooperativismo em Materiais Compósitos

### **EQUIPAMENTO**

Para a fabricação de perfis pultrudados é necessário apenas um equipamento, que oferece uma linha mecanizada com puxamento contínuo. Normalmente é construído de acordo com a necessidade do moldador.

### **PROPRIEDADES MECÂNICAS**

Tabela de propriedades mecânicas em perfis pultrudados reforçados com manta de fibras de vidro:

<u>Característica</u>	<u>Valores típicos</u> <i>com resina poliéster isoftálica</i>
Teor de vidro - %	53,1
Resistência a tração - MPa no comprimento	291
na secção transversal	70
Módulo de elasticidade na tração - MPa no comprimento	18.354
na secção transversal	7.245
Resistência a flexão - MPa no comprimento	446
na secção transversal	148
Módulo de elasticidade na flexão - MPa no comprimento	14.421
na secção transversal	8.556
Resistência a compressão - MPa	181
Impacto Izod, com entalhe - J/m	218

### **CONCLUSÃO**

**Por ser um processo contínuo para a conformação de perfis encontra mercado principalmente na área elétrica, para resistência a corrosão, construção civil e para artigos esportivos.**

5/5

Bibliografia  
Reichhold do Brasil – Mogi da Cruzes - SP