

## **LAMINADOS**

Qualquer que seja o processo de fabricação, é importante que a estrutura de Fiberglass seja provida de um laminado interno rico em resina para impedir que as fibras de vidro tenham contato direto com substâncias agressivas. Esse laminado rico em resina (também conhecido como “liner” ) é sempre o primeiro a ser construído. Para sua laminação, a superfície do molde é banhada com resina devidamente acelerada e catalisada, antes da colocação de uma manta fina conhecida como véu de superfície. A laminação é executada com rolos e roletes que forçam a resina, ainda no estado líquido, a penetrar e molhar o véu de superfície.

Véu é uma manta fina formada por fibras de polipropileno ou poliéster saturado, unidas termicamente, sem ligante. A ausência de ligante melhora a resistência química dos véus, tão necessária no laminado interno. O uso de véu de superfície no “liner” das estruturas para ambientes agressivos é necessário pelas razões seguintes:

O véu assegura uniformidade de espessura ( mínimo de 0,25 mm) no laminado.

Os laminados construídos com véu tem melhor resistência à abrasão e ao impacto que os de resina pura, sem véu.

O véu permite prosseguir com a laminação imediatamente após sua aplicação, sem esperar pela cura da resina. A presença do véu impede que as fibras de vidro do laminado intermediário atravesse, “liner”( ainda líquido ) e aflorem à superfície.

O véu de superfície minimiza o surgimento e propagação de trincas no laminado interno.

Apesar do véu não aumentar as propriedades mecânicas do laminado e não ser considerado reforço, seu uso é obrigatório.

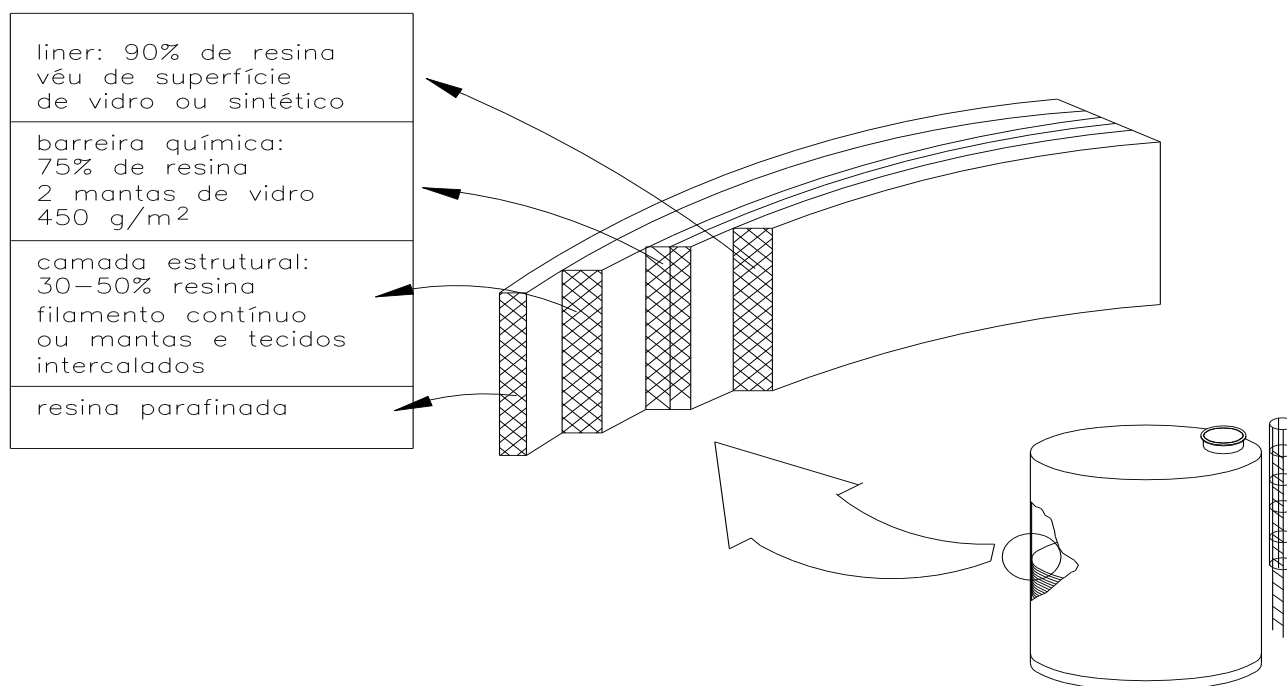
O laminado interno, com 90% de resina e 10% de véu, suporta o ataque direto do ambiente agressivo. Os poliésteres são ligeiramente permeáveis à molécula de pequenas dimensões que atravessam o laminado interno causando empolamento e perda de propriedades mecânicas no laminado intermediário. A permeabilidade dos laminados depende da temperatura, do tamanho das moléculas e da natureza química delas. Algumas aplicações exigem o uso de múltiplas camadas de véu para reduzir a presença de moléculas agressivas no laminado intermediário.

Em seguida é construído o laminado intermediário, com fibras de vidro picadas impregnadas pela mesma resina usada no laminado interno. O laminado intermediário é relativamente rico em resina (70% resina, 30% fibras de vidro) e sofre ligeira deterioração pela ação do ambiente agressivo. Sua grande espessura (mínimo 2 mm) serve para proteger o laminado estrutural, razão pela qual ele é também conhecido como “barreira química.”

O laminado estrutural é construído com fibras de vidro picadas ou contínuas, dependendo do processo de fabricação. Sua espessura é calculada para resistir à esforços externos atuantes no equipamento.

O laminado estrutural é protegido da atmosfera e do intemperismo por uma camada de 0,1 mm a 0,25 mm de espessura, rica em resina, conhecida como laminado externo. As fibras de vidro não devem ficar expostas à ação do sol, água, de vapores ou respingos corrosivos. Se a superfície externa dos equipamentos tiver contato com vapores ou respingos corrosivos, o laminado externo deve ser construído com véu de superfície, como o interno. O véu de superfície, como sabemos, protege o laminado contra trincas, além de assegurar uniformidade.

### 7.1) Laminado típico resistente à corrosão



Como a resina é a responsável pela resistência ao ataque químico, é muito importante que o liner e a barreira química sejam bem confeccionados, de modo a garantir alta concentração de resina.

**LINER** – é a superfície em contato direto com o ambiente corrosivo. É constituído de 90 % de resina e 10 % de véu de superfície. Dependendo do ambiente químico, o véu pode ser de vidro C ou de fibra sintética (véu orgânico). Espessura mínima do liner é de 0,25 mm

**BARREIRA QUÍMICA** – é a superfície subsequente ao liner. É recomendada para impedir a penetração de produtos químicos, uma vez que o liner não é totalmente impermeável. Constituída de 75% de resina e 25% de manta. Espessura mínima é de 2,5 mm.

**CAMADA ESTRUTURAL** – é a responsável pela resistência mecânica do laminado. Formada pela seqüência de manta/tecido ou filamentos contínuos enrolados. Constituída de 30% à 50% de resina dependendo do processo de fabricação utilizado.

## **7.2) PÓS-CURA**

O grau de interligação dos laminados processados a temperatura ambiente pode não ser adequado para algumas aplicações que exigem alta resistência à solventes. Nesses casos os laminados devem ser pós-curados. A pós-cura consiste na submissão do laminado a altas temperaturas durante intervalo de tempo especificado, com o objetivo de aumentar o grau de cura da resina. A temperatura de pós-cura depende da resina, sendo em geral ligeiramente superior à sua máxima temperatura de transição vítrea. Acima da transição vítrea as moléculas adquirem mobilidade e as interligações que caracterizam a cura, acontecem com maior facilidade. Assim, a pós-cura deve ser feita acima da máxima temperatura de transição vítrea (Tgmax) para que seja obtido o grau de interligação máximo atingível pela resina.

A grande maioria das aplicações dos equipamentos de Fiberglass não exige otimização de sua resistência a solventes. Nestes casos, a cura simples, à temperatura ambiente, é suficiente para satisfazer as necessidades da aplicação e os laminados não precisam ser pós-curados. Porém, existem aplicações em que a pós-cura é indispensável. A pós-cura deve ser feita quando o ambiente for muito agressivo ou para impedir que o estireno residual contamine o material armazenado no equipamento.

As recomendações seguintes são aplicáveis para pós-curar laminados de Fiberglass.

A temperatura deve ser 10° C superior ao ponto de transição vítrea correspondente à cura completa da resina (Tgmax).

O tempo de pós-cura pode variar de 1 a 3 horas, dependendo da temperatura.

Os laminados curados pelo sistema BPO-DMA devem ser pós curados imediatamente após a laminação ou, no mais tardar, 1 semana depois.

Porém se a relação (por peso) BPO:DMA for aproximadamente 40:1 com 250 a 500 ppm de DMA e 10.000 a 20.000 ppm de BPO, a pós-cura pode ser feita até 3 meses após a laminação.

Os laminados curados com o sistema MEKP-Cobalto podem ser pós-curados a qualquer momento após a laminação . Como regra geral, o sistema MEKP-Cobalto deve ser preferido para laminados a serem pós-curados.

Existem aplicações (hipoclorito de sódio, por exemplo) que exigem o sistema de cura BPO-DMA. Nesses casos devem ser observados os teores de DMA e BPO, recomendados, bem como o máximo tempo de espera entre o término e o início da laminação e o início da pós-cura.

Para evitar contaminação do material armazenado (alimentos), os equipamentos devem ser lavados com vapor, para remover resíduos superficiais. O banho de vapor deve ser feito apenas na parte interna do equipamento, após a pós-cura.

A pós-cura deve ser feita com ar seco.

## **8) IMPORTÂNCIA DO CONTROLE :**

Há várias décadas , os equipamentos produzidos em Poliéster Reforçado com Fibras de Vidro , tem demonstrado excepcional resistência , quando empregados para suportar uma grande quantidade de agentes agressivos , em situações das mais adversas . Tratando-se de equipamentos, cujo uso é de grande responsabilidade , é evidente que a sua construção seja fundamentada em base puramente técnica , que assegure o melhor comportamento no decorrer de longo tempo em atividade . Assim sendo , além do emprego da melhor tecnologia de produção , é necessário que a escolha da resina adequada para cada situação , seja feita com o máximo critério .



## Cooperativismo em Materiais Compósitos

---

A presente literatura , tem por finalidade facilitar o diálogo entre especificadores , fabricantes e usuários dos equipamentos , objetivando-se o melhor aproveitamento dentro do binômio custo/durabilidade . Nem sempre a resina de maior custo significa a escolha mais adequada dentro dos parâmetros técnicos .

São abordados aqui , vários tipos de resinas entre uma vasta série de polímeros termofixos, desenvolvidos , especialmente , para trabalharem em ambientes quimicamente agressivos .

As tabelas de resistência química oferecidas pelos fabricantes de resinas , foram elaboradas mediante os resultados de testes acelerados e controlados em laboratório , que , na pratica , tem representado o comportamento extrapolado . Contudo , são dados orientativos que , obrigatoriamente , deverão ser confirmados pelos interessados , quanto à viabilidade de uso, portanto possíveis variáveis não previstas podem modificar os resultados fornecidos , como por exemplo , o processo de fabricação , diferença entre a qualidade do material testado e o de uso proposto , etc .

Os testes são extraídos de normas técnicas , especialmente elaboradas para emprego no campo do Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro . Entretanto , não devem ser interpretados como uma garantia de nossa parte , quanto ao comportamento dos equipamentos produzidos , cabendo , portanto , todo o mérito e responsabilidade ao usuário das resinas , em quaisquer graus , restringindo-se à nossa competência , o fornecimento dos nossos produtos dentro da qualidade e características contidas nos seus respectivos Boletins Técnicos .