

**N.25**

**Fevereiro 2006**

**BETÃO COM VARÕES DE FIBRA DE VIDRO**

**PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO**



**Fernando Oliveira  
Marcelo Rodrigues  
Inês Santos  
João Dias**

 **CONSTRULINK**  
PRESS

EDIÇÃO:  
CONSTRULINK PRESS

A monografia apresentada foi realizada na cadeira de Processos de Construção da licenciatura de Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico.

CONSTRULINK, S.A.  
Rua do Conde Redondo, N.º 8, 2.º Dto  
1150 - 105 Lisboa  
Tel: +351 213 155 265  
apoio@construlink.com

Coordenador: Pedro Vaz Paulo  
Editores: Ana Rita Remourinho  
Teresa Patrocínio

## ÍNDICE

SUMÁRIO EXECUTIVO	3
INTRODUÇÃO	5
1 - Quais as características (desvantagens) do aço que levaram à necessidade de procurar novos materiais?	6
2 - Porquê FRP? E mais concretamente, porquê GFRP?	8
3 - Varões GFRP	10
3.1 Constituição e processo de fabrico	10
3.1.1 As fibras de vidro	10
3.1.2 As resinas	11
3.1.3 Processo de fabrico	12
3.2 Mercado. Características. Vantagens e desvantagens em relação ao aço	12
3.2.1 Mercado	12
3.2.2 Características. Vantagens e desvantagens em relação ao aço	13
3.3 Considerações para o projecto	17
3.4 Modo de utilização e colocação em obra. Precauções de higiene e segurança	18
3.5 Aplicações	19
4 - O caso de Portugal	24
CONCLUSÃO	26
ANEXOS	27
BIBLIOGRAFIA	35

## SUMÁRIO EXECUTIVO

Este trabalho teve como objectivo estudar a aplicação de varões de fibra de vidro ao betão.

Numa primeira fase tentou-se perceber quais as características (desvantagens e limitações) do aço que levaram à necessidade de procurar novos materiais. O aço, apesar de ser um material extremamente resistente, é afectado pelo problema da corrosão, interfere com campos magnéticos e eléctricos existentes e é muito pesado, o que dificulta os processos de transporte e mão-de-obra em obra.

Como alternativa ao aço, aparecem então os materiais FRP (fibre reinforced polymer – polímeros reforçados com fibras) que se caracterizam por serem bastante leves (quando comparados com o aço), muito resistentes longitudinalmente e neutros a campos electromagnéticos.

Estes polímeros podem ser de fibras de aramida, carbono ou vidro.

As fibras de vidro são relativamente baratas em relação às restantes e, é sobre elas que este trabalho incide.

Os varões de fibra de vidro propriamente ditos são fabricados a partir das fibras de vidro e de resinas termo-endurecedoras através do processo de pultrusão.

Existem, a nível mundial, diversas empresas a comercializar estes varões. Estes estão disponíveis em diversos diâmetros (assim como os varões de aço). Dado que estes varões não podem ser dobrados em obra (devido às resinas termo-endurecedoras) também existem disponíveis, no mercado, varões curvos e estribos.

O dimensionamento com varões de fibra de vidro apresenta algumas diferenças em relação ao aço e, como tal, já existem regulamentos e guias de cálculo.

Por exemplo, é necessário ter em conta que os varões de fibra de vidro apresentam um módulo de elasticidade muito inferior ao do aço e, como tal, é necessário um controlo mais apertado das deformações. Por outro lado, o comportamento elástico linear das fibras de vidro até à rotura (sem patamar de cedência), exige coeficientes de segurança mais elevados.

Já existem a nível mundial aplicações destes varões na construção civil, especialmente nos USA, no Canadá e no Japão.

No entanto, devido ao elevado custo deste material por comparação com o aço, este só se justifica aplicar em situações muito particulares.

As principais aplicações são em estruturas marítimas, tabuleiros de pontes sujeitos frequentemente a sais anticongelantes (que provocam a corrosão de armaduras de aço) e em hospitais (nas lajes das salas de ressonância electromagnética).

Este material, por ser muito leve, melhora o comportamento sísmico das estruturas.

Em Portugal, ainda não existem aplicações deste material, apesar de existir pelo menos uma empresa que o comercializa.

Esta questão deve-se essencialmente ao elevado custo deste material, à não existência de regulamentos nacionais e à resistência (inércia) que existe por parte de engenheiros e empresas construtoras na introdução de novos materiais. Por exemplo, em Portugal, para resolver o problema de corrosão, opta-se por varões de aço inox em vez de varões de fibra de vidro.

Em conclusão, os varões de fibra de vidro não são uma alternativa generalizada ao uso de varões de aço. Devido ao seu elevado custo, apenas é viável utilizá-los em situações muito particulares, que surgem em casos em que o aço não apresenta um bom desempenho.

## INTRODUÇÃO

Este trabalho foi realizado no âmbito da cadeira de Processos de Construção do 2º semestre da Licenciatura em Engenharia Civil e nele pretende-se estudar a utilização de varões de fibra de vidro no betão.

Este tema despertou desde logo a atenção: sendo o vidro um material frágil aos “olhos” do senso comum, será possível alguma vez utilizá-lo como material estrutural? Será que estamos perante uma revolução na construção civil em que os tradicionais varões de aço poderão ser substituídos por varões de fibra de vidro? Ou será que este novo material tem apenas alguns campos de aplicação? Quais são as suas vantagens e desvantagens em relação ao aço? Já existem aplicações deste novo material no estrangeiro? E em Portugal? Ou esta solução existe apenas no campo da investigação?

É a resposta a este tipo de questões que se pretende obter com a realização deste trabalho.

Numa primeira parte, a ideia foi tentar compreender as desvantagens que o aço apresenta que levaram à necessidade de procurar novos materiais e em que contexto é que aparecem os varões de fibra de vidro.

Numa segunda fase abordaram-se os varões de fibra de vidro (GFRP) propriamente ditos. Começou-se por fazer uma pequena introdução à sua constituição e ao seu processo de fabrico, seguida de uma apresentação das suas características, vantagens e desvantagens, cuidados a ter no seu dimensionamento e utilização em obra.

Para finalizar fez-se referência aos diversos campos de aplicação deste material e ao caso concreto de Portugal.