



Vale I&D n.º 008538

DESENVOLVIMENTO DE CONECTORES EM PRFV

Recentemente foi desenvolvido um sistema de reforço para utilizar na reabilitação e reforço de edifícios, tanto em centros urbanos como em locais menos densamente povoados. O sistema desenvolvido é flexível e pode ser aplicado em elementos estruturais de alvenaria de pedra natural, granito, xisto ou calcário, ou tijolo cerâmico. Por forma a tornar a sua execução simples e produtiva, recorre à utilização de uma argamassa de elevada ductilidade aplicada através do método de projeção mecânica, que além do mais demonstra capacidades especiais para a proteção da estrutura reforçada face a ações cíclicas, de natureza sísmica ou outros eventos extremos.

A caracterização do comportamento de elementos reforçados com este sistema inovador demonstrou resultados interessantes, sendo possível aumentar significativamente a capacidade de carga, e consequentemente a segurança, de estruturas de alvenaria existentes.

Atualmente existem no mercado diversos tipos de conetores para efetuar a ligação entre elementos. No entanto estes conetores não têm função estrutural, sendo utilizados maioritariamente para fixação de placas de isolamento térmico. No respeitante a redes de fibra de vidro, estas geralmente apresentam aberturas de malha até 25 mm, não estando devidamente dimensionadas para a aplicação em questão quer devido ao reduzido espaçamento das malhas, quer devido à percentagem de fibras empregue. Existe, portanto, a necessidade de redesenhar e desenvolver conetores e redes de fibra de vidro que se adequem ao reforço estrutural de alvenarias através de argamassas projetadas.

O interesse no uso de materiais compósitos para o reforço de elementos de betão armado é cada vez mais expressivo na indústria da construção. Além da imunidade que estes materiais apresentam à corrosão, apresentam também um peso excecionalmente baixo e uma baixa transmissibilidade térmica, tornando-os muito eficientes sob o ponto de vista energético. Apesar de os materiais compósitos à base de fibras serem tradicionalmente vistos como um material caro, o aumento da procura destes produtos associada à existência de mais técnicos e projetistas familiarizados com estes procedimentos de reforço, tem contribuído para o aumento da competitividade destes sistemas de reforço em relação aos sistemas mais tradicionais.

No âmbito deste projeto foram identificados os tipos de materiais a utilizar e respetivas quantidades. Foram avaliadas as propriedades e compatibilidade das resinas a utilizar com a rigidez projetada para os conetores e o número de fibras a colocar. Foram também desenvolvidos detalhes de ligação entre os conetores e a rede de fibra de vidro e entre os conetores e os elementos de alvenaria. A composição e comportamento da matriz cimentícia foram redesenhados para satisfazer os requisitos do sistema de reforço cujas propriedades se podem ver na tabela 1.

Tabela 1

Propriedades mecânicas de conectores em função do número de hélices para 3 e 6 cordões de 9600 Tex.

Tex 9600						
Nº de hélices	Área de Fibra (mm ²)		Resistência à tração (kN)		Resistência ao corte (kN)	
	3 cordões	6 cordões	3 cordões	6 cordões	3 cordões	6 cordões
3	68.0	136.1	154.5	308.9	10.2	20.4
4	90.7	181.4	205.9	411.9	13.6	27.2
5	113.4	226.8	257.4	514.8	17.0	34.0
6	136.1	272.2	308.9	617.8	20.4	40.8
7	158.8	317.5	360.4	720.8	23.8	47.6
8	181.4	362.9	411.9	823.7	27.2	54.4
	$=2 \cdot A \cdot \text{Nº de hélices}$		$=A \cdot f_t$		$=A \cdot f_v$	
			$f_t=2270\text{MPa}$		$f_v=150\text{MPa}$	

O desenvolvimento do sistema de fixação teve em conta o tipo de alvenaria que serve de suporte, tendo sido considerados dois casos para o desenvolvimento das mangas de injeção. O caso de aplicação em elementos ocos e em elementos com “caixa-de-ar”. Para ambas as situações foi idealizada uma solução com manga de injeção que é colocada num furo de 24mm de diâmetro. Após o posicionamento da manga procede-se à injeção da mesma com uma argamassa de injeção fluida cuja composição foi otimizada para a aplicação em estudo, de modo a promover a formação de “bolbos” nas zonas ocas dos elementos de suporte.

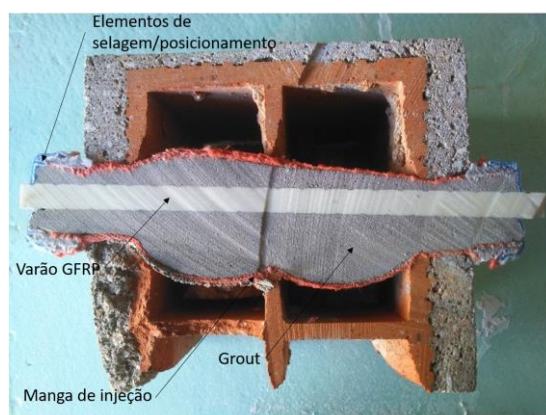


Figura 1 – Solução desenvolvida para conectores de GFRP:

a) Manga de injeção;

b) Detalhe de um conector GFRP depois de aplicado num tijolo cerâmico.

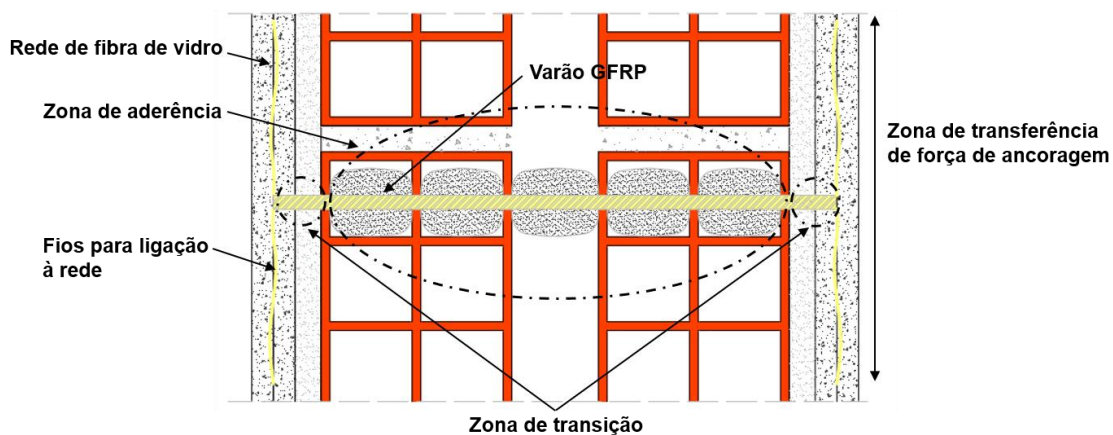


Figura 2 - Esquema de um sistema de reforço composto por argamassa de reforço, rede de fibra de vidro e conector para ligar ambas camadas de reforço.

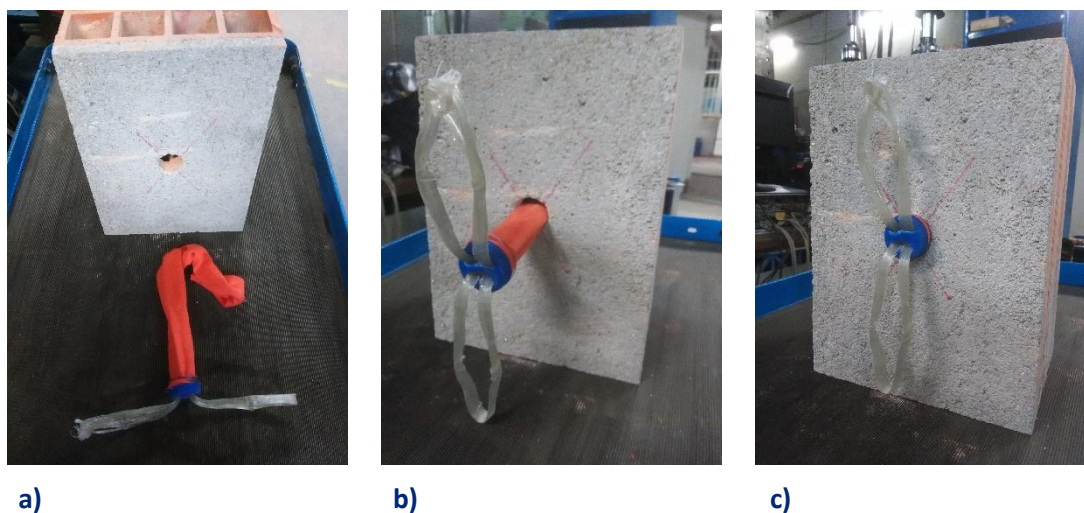


Figura 3 – Processo de colocação dos conectores AC.

Após a aplicação dos conectores AC procedeu-se a uma otimização da sua geometria. Para tal foram efetuados modelos 3D em CAD de forma a controlar de forma eficaz os problemas detetados durante a execução e aplicação do modelo de conector AC.

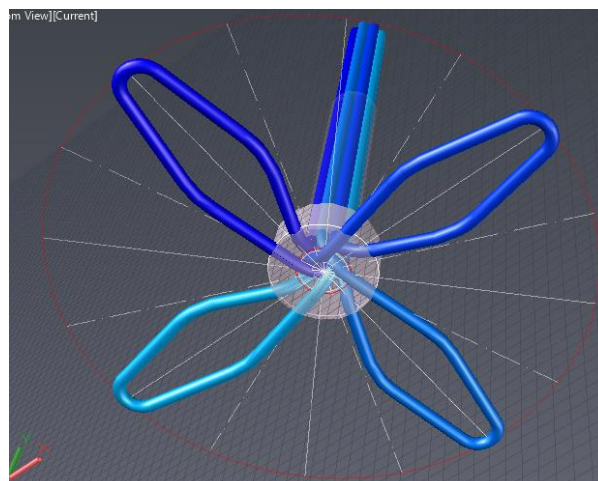


Figura 4 - Simulação de colocação de conectores

Foram realizados ensaios de corte em três tipologias de provetes couplet: referência, conetores SC e conetores AC. O aumento da capacidade de carga e da tensão residual pode ser avaliado diretamente quando se comparam valores da tipologia referência com os valores obtidos em provetes com conetores.

Tendo em conta os valores apresentados pode-se afirmar que o valor médio da tensão tangencial aumentou 18% e a residual 94% quando se comparam valores dos provetes SC com os REF. Quando se comparam os mesmos valores para os provetes AC e REF verifica-se um aumento de 4% e 134% respetivamente. Atendendo a que o sistema está concebido para a aplicação de 4 a 16 unidades de conetor helicoidais em cada ponto de conexão em disposição geométrica, e que no presente caso apenas foram colocados 2 conetores, pode considerar-se que os resultados obtidos são bastante animadores quanto ao aumento da capacidade resistente ao corte que será possível atingir com o sistema proposto.

Equipa Técnico-Científica:

Prof. Eduardo Pereira – Investigador responsável UM

Eng.º João Almeida – Investigador UM

Eng.º Tomé Santos - Coordenador ALTO



www.alto.pt