

1 Introdução

1.1. Histórico

As estruturas de concreto são extremamente complexas e apresentam uma enorme variedade de características, das quais dependem a sua maior ou menor adequação aos propósitos estabelecidos inicialmente pelo projeto. Muitas vezes podem ser necessárias intervenções durante a utilização das construções, de maneira a recuperar os elementos estruturais danificados ou aumentar as suas capacidades resistentes.

Excetuando-se os casos correspondentes à ocorrência de catástrofes naturais, pela violência das solicitações e o caráter imprevisível das mesmas, os problemas de patologias e a necessidade do reforço estrutural têm suas origens durante as três etapas básicas do processo da construção: projeto, execução e utilização.

O reforço pode se tornar imprescindível por qualquer uma das seguintes razões:

- Aumento do carregamento devido às sobrecargas acidentais elevadas, aumento das cargas móveis, instalação de máquinas pesadas, excesso de vibração.
- Danos nos elementos estruturais devido ao envelhecimento/deterioração dos materiais, corrosão das armaduras, impacto de veículos e ocorrência de sinistros.
- Limitação de flechas e/ou limitação das aberturas das fissuras.
- Modificação do sistema estrutural devido à eliminação de paredes, vigas ou pilares e da abertura em vigas ou lajes.
- Erros de projeto ou construção em virtude de um dimensionamento ou execução incorretos do elemento estrutural.

Após a análise da causa e verificação da necessidade do reforço, define-se então qual a melhor solução técnica para o problema. Além das técnicas convencionais de reforço estrutural (aumento da seção transversal, protensão externa, colagem de chapa de aço, etc.), uma técnica mais recente é a colagem de compósitos de fibras de carbono na estrutura.

Os materiais compósitos inicialmente desenvolvidos para aplicações nas indústrias aeroespacial, automotiva, naval, de equipamentos esportivos e armamentos, passaram a ocupar um lugar de destaque como alternativa viável no reforço de estruturas de concreto armado. Esses materiais podem resolver uma série de problemas no âmbito da reabilitação estrutural. A combinação de fibras e polímeros permite que o elemento de reforço seja confeccionado para atender a uma solução particular, tanto em relação à sua geometria quanto às suas propriedades mecânicas.

Os compósitos de fibra de carbono apresentam inúmeras vantagens em relação à chapa de aço, como, por exemplo, menor peso próprio, alta flexibilidade, fácil instalação e manuseio, alta resistência e alto módulo de elasticidade. Além disso, o compósito não é afetado pela corrosão eletroquímica, e é resistente ao efeito corrosivo de sais e outros agentes agressivos.

1.2. Objetivos

Como o reforço à flexão e à força cortante com materiais compósitos nos elementos de concreto armado tem sido largamente adotado, muitas questões ainda necessitam serem melhor entendidas, principalmente o seu comportamento e o mecanismo de resistência de vigas solicitadas à força cortante reforçadas com esses materiais, tais como: a eficiência do reforço, o modelo de ancoragem adotado, o modo de ruptura da viga em função do tipo de envolvimento do CFC, a deformação específica efetiva do CFC, o ângulo de inclinação da fissura diagonal principal, análise do modelo da Treliça Generalizada e demais modelos teóricos de dimensionamento da força cortante com a utilização de CFC. Com esses objetivos, neste trabalho foram testadas oito vigas de concreto armado de seção **T** bi-apoiadas, com duas forças concentradas aplicadas a uma distância de 87,5 cm dos apoios.

Todas as vigas foram dimensionadas de modo a garantir a ruptura por força cortante, a fim de comparar e avaliar os diversos parâmetros obtidos nos ensaios, com os resultados de alguns modelos teóricos e experimentais encontrados na literatura, tais como: deformação específica, ângulo de fissuração, rigidez, resistência efetiva, força cortante última, força cortante teórica, etc.

As vigas foram divididas em duas séries, sendo ensaiada uma viga de referência para cada série, ou seja, as que não têm reforço. Buscando-se avaliar uma situação mais próxima da realidade, as vigas reforçadas foram submetidas a um pré-carregamento, ou seja, o reforço foi executado com a viga já solicitada.

O reforço à força cortante com compósitos de fibra de carbono foi realizado por meio da colagem de tiras (estribos) em forma de **U**, ancorando-se as extremidades do reforço na alma da viga por meio de uma faixa longitudinal de CFC (compósitos de fibra de carbono).

1.3. Conteúdo

No Capítulo 2 é apresentado um resumo sobre o reforço de estruturas de concreto armado com materiais compósitos, as características e as vantagens técnicas desse tipo de reabilitação estrutural.

No Capítulo 3 é feita uma análise sucinta das diversas teorias, normas e pesquisas sobre o dimensionamento à força cortante de vigas de concreto utilizando-se esse tipo de reforço estrutural.

São descritos no Capítulo 4 os materiais (concreto, aço e CFC) utilizados no programa experimental, o esquema e a execução das séries de vigas.

Os resultados dos ensaios são mostrados no Capítulo 5, no qual são feitas as análises dos diversos parâmetros estudados, tais como as parcelas resistentes do reforço à força cortante, do aço e a do concreto. Estes valores são comparados com modelos encontrados na literatura.

As conclusões do estudo experimental e as sugestões para os trabalhos futuros são apresentadas no Capítulo 6. Nos anexos A, B, C, D, E e F são mostrados respectivamente os registros fotográficos da análise experimental, os gráficos das amostras de aço e CFC, as tabelas e os gráficos dos ensaios das vigas ensaiadas, e as rotinas de cálculo das forças teóricas das vigas.