

1 Introdução

1.1. Considerações Gerais

Projetar uma estrutura significa resolver três fatores fundamentais: segurança, funcionalidade e durabilidade, onde todos os termos são igualmente prioritários. Qualquer um deles é indispensável ao sucesso do empreendimento. Cabe aos engenheiros, que atuam no projeto e na execução de estruturas, a responsabilidade sobre a qualidade da resposta que sua obra dará a estes fatores relevantes na construção civil.

Embora otimizadas do ponto de vista estrutural e econômico, as novas estruturas de concreto são mais sensíveis a qualquer defeito dos materiais, da execução ou do cálculo, podendo gerar situações de risco. As estruturas de concreto armado de hoje são, portanto, mais suscetíveis a apresentar um quadro patológico do que as mais antigas, que eram dimensionadas com uma margem de segurança superior, dispondo de uma reserva de capacidade resistente para suplantarem os efeitos de agentes agressivos, mecânicos e químicos.

Os acidentes estruturais podem ter suas origens nas seguintes etapas: concepção, execução e utilização da obra. Como exemplos de acidentes provenientes das etapas de concepção e execução, pode-se citar:

- utilização de modelos de análise inadequados;
- detalhamento de armadura inadequado;
- desconsideração de ações relevantes;
- sub-quantificação das ações na estrutura;
- má especificação dos materiais a serem empregados;
- deficiência no controle de qualidade dos materiais e da execução;

Na etapa de utilização, os acidentes podem ser provenientes de diversos fatores:

- manutenção inadequada;
- deterioração resultante do envelhecimento natural;
- ação de agentes agressivos;
- acidentes, como choques ou incêndios;
- mudança no tipo de utilização original da estrutura;
- aumento dos carregamentos incidentes;
- alterações na geometria.

A discussão a respeito da manutenção e durabilidade de estruturas de concreto é um assunto de vital importância nos dias atuais. Apesar do seu desempenho e larga utilização, a durabilidade das estruturas de concreto apresenta-se aquém do desejável.

O tratamento utilizado para restabelecer as condições de segurança de uma estrutura danificada consiste em executar a sua recuperação através da restauração parcial ou total, mediante reforço dos elementos comprometidos, devolvendo ao conjunto as condições mínimas de segurança exigidas.

Apesar da utilização do reforço tornar-se uma prática muito comum em anos recentes, os estudos visando a verificação do comportamento de elementos reforçados com diferentes materiais ainda são limitados. Recentemente, pesquisadores estão voltando suas atenções para a utilização de materiais não metálicos com o propósito de superar deficiências e inconvenientes como o elevado peso próprio, a dificuldade de manipulação e de transporte devido às grandes dimensões, além da corrosão apresentada a longo prazo. Substituindo as tradicionais chapas de aço, lâminas de resina e fibras, formando um tecido, são utilizadas como elemento de reforço, aderindo à superfície de concreto juntamente com a resina epóxi.

A utilização de compósitos de polímeros armados com fibras como elemento de reforço é interessante devido às propriedades destes materiais como leveza, alta resistência mecânica, resistência à corrosão, neutralidade

eletromagnética, facilidade de aplicação e manutenção das dimensões originais do elemento estrutural.

Neste trabalho, o reforço dos sistemas estruturais apresentados é composto basicamente por dois materiais, os compósitos de fibra de carbono (CFC) e as resinas de base epoxídica.

A técnica de reparo objetiva o restabelecimento das condições originais, físicas e estruturais do elemento estrutural ou da estrutura como um todo. O processo de reforço consiste em aumentar a capacidade resistente frente aos novos esforços atuantes.

Para a execução de reparos e reforços são necessários alguns procedimentos:

- diagnosticar o problema e tomar as medidas emergenciais;
- analisar a viabilidade do projeto;
- investigar o estado da estrutura com o auxílio de ensaios não destrutivos, considerando-se sua rigidez e redistribuição de cargas;
- selecionar o material e a melhor técnica a ser utilizada;
- elaboração do projeto detalhado;
- executar o projeto com um rigoroso controle de qualidade.

1.2. Objetivos

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um modelo analítico para o dimensionamento do reforço à flexão de vigas em concreto armado, utilizando-se compósitos de fibras de carbono.

Para acompanhar o desenvolvimento destes novos materiais, e elaborar-se métodos de cálculos seguros fundamentados em expressivo número de resultados experimentais, existe uma grande necessidade de pesquisas sistemáticas nesta área.

A análise de modelos de vigas, reforçadas com a colagem do reforço nos banzos tracionados, é feita através da comparação dos resultados analíticos com os resultados experimentais e teóricos encontrados na literatura.

1.3. Organização do trabalho

Para melhor organização, o presente trabalho está dividido da forma abaixo detalhada.

- Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica

Apresentação do reforço externo à flexão de elementos estruturais em concreto armado, onde estão resumidas as características gerais dos materiais constituintes, os compósitos de fibra de carbono e as resinas epoxídicas. Na seqüência, são apresentados estudos encontrados na literatura sobre técnicas de reforço em elementos estruturais.

- Capítulo 3 – Modelo de Dimensionamento à Flexão

Neste capítulo, é formulado um modelo analítico que permite dimensionar o reforço de vigas em concreto armado, com compósitos de fibras de carbono, necessário para suportar o aumento do momento fletor em relação ao projeto original.

- Capítulo 4 – Comparação e Análise de Resultados

Os trabalhos experimentais e teóricos apresentados na revisão bibliográfica são discutidos e avaliados, com referência à área da seção transversal de reforço empregada.

Com o objetivo de validar o modelo desenvolvido neste trabalho, os resultados numéricos calculados com o modelo proposto são comparados com os resultados teóricos e experimentais obtidos na literatura.

- Capítulo 5 – Conclusões e Sugestões

Neste capítulo são apresentadas conclusões sobre os pontos estudados e sugestões para próximos trabalhos.