

## 6 CONCLUSÕES

Na revisão bibliográfica foi possível constatar que existem poucos trabalhos recentes sobre o reforço com CFC de vigas solicitadas à torção. Nessa revisão verificou-se a efetividade do reforço e a existência de algumas inconsistências nos modelos de dimensionamento que geram a necessidade de ajustes e de um melhor conhecimento dos problemas relacionados à aderência e aos modos de ruptura.

A partir da análise dos resultados experimentais chegou-se às seguintes conclusões relatadas a seguir:

1. Todas as vigas reforçadas apresentaram acréscimo na resistência à torção com relação às vigas da série de referência.
2. O acréscimo do momento de torção de fissuração foi proporcional ao aumento da taxa para as séries RA e RC, que apresentaram aumento de 16,3% e 56,0%, respectivamente. A série RB teve acréscimo de 195,6%.
3. O acréscimo do momento de torção de ruptura não foi proporcional ao aumento da taxa de reforço para as séries RA e RC, que apresentaram aumento de 46,6% e 31,8%, respectivamente. A série RB, que mostrou um acréscimo do momento de torção de fissuração acima, apresentou aumento de 19,1%, realçando o comportamento oposto ao observado nas demais séries.
4. Os resultados obtidos para os momentos de fissuração e de ruptura mostraram-se mais coerentes que os obtidos para os ângulos de torção por unidade de comprimento, que apresentaram grande variabilidade na série de referência e nas séries reforçadas.
5. As vigas da série RB apresentaram resultados com menos perturbações, provavelmente por conta do reforço que foi colocado em todo o seu comprimento.
6. Os valores obtidos para rigidez foram inconsistentes, tanto para as vigas de referência, quanto para as vigas reforçadas. Isso se deve principalmente à grande variabilidade obtida na magnitude dos

ângulos de torção por unidade de comprimento, que levou à exclusão de muitos ensaios para o cálculo da rigidez de cada série. A expressão 3.2 não foi aplicada porque os resultados obtidos para rigidezes das vigas por esse motivo.

7. Observou-se uma tendência de redução da rigidez na fissuração de acordo com o aumento da taxa de reforço. Na ruptura observou-se o comportamento oposto, tendo-se obtido uma tendência de aumento da rigidez na ruptura proporcional ao aumento da taxa, que está de acordo com o observado por Hsu (1982).
8. Não se observou uma proximidade nos valores dos momentos de torção na fissuração e na ruptura para as vigas de referência, como esperado segundo estudo do Hsu (1982) para vigas de concreto armado apenas com barras longitudinais. Para calibração da expressão proposta 3.1 obteve-se o momento de torção na fissuração para as vigas reforçadas segundo aplicação da média dos momentos de torção na fissuração e na ruptura das vigas de referência.  
Os resultados teóricos mais próximos dos experimentais foram conservadores, e foram obtidos a partir do momento de torção na fissuração das vigas de referência. Ainda, a extrapolação não pode ser considerada bem sucedida e essa expressão não pode ser utilizada para caracterizar o comportamento de vigas reforçadas externamente com estribos de CFC.
9. O reforço com CFC só é realmente efetivo se houver armadura interna na viga, estribos e armadura longitudinal. A armadura interna auxilia no controle e regularidade das deformações, enquanto o reforço externo contribui na costura das fissuras, aumentando a resistência à solicitação de torção quando o concreto armado tiver chegado no seu limite de resistência.

### 6.1. Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestões para continuidade dessa pesquisa pode-se citar:

- i. realização de ensaios semelhantes aos executados, mas com vigas com armadura interna em todo seu comprimento, com maior reforço nas extremidades, para diminuir a instabilidade;
- ii. ensaiar vigas de maior comprimento com relação à seção transversal, mesmo que seja necessário utilizar um fator de escala, para aumentar as deformações e diminuir as perturbações.;
- iii. ensaiar vigas com armadura mínima, simulando um acréscimo de carga, ou mudança do sistema estrutural que leva à solicitação de torção, para verificar a efetividade do reforço com CFC;
- iv. desenvolvimento de programa experimental com implementação de taxa que envelope totalmente as vigas analisadas, para observar se há melhora expressiva em comparação ao comportamento do reforço com estribos;
- v. estudo de vigas de concreto armado de seção T solicitadas à torção e reforçadas com CFC;
- vi. desenvolvimento de implementação computacional baseada no método dos elementos finitos, buscando-se analisar vigas solicitadas à torção e reforçadas externamente com CFC, com e sem a contribuição de armadura interna de aço.