

ANÁLISE VIA MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS DE VIGA DE CONCRETO ARMADO RECUPERADA COMPLETAMENTE E REFORÇADA À FLEXÃO PELA INSERÇÃO DE LÂMINAS DE PRFC NO SUBSTRATO

Gabriel Pimenta de Andrade (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Vladimir José Ferrari (Orientador), e-mail: vladimirjf@hotmail.com.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia/ Maringá, PR.

ENGENHARIAS – ENGENHARIA CIVIL

Palavras-chave: vigas, simulação computacional, propriedades plásticas.

Resumo:

Foram simuladas, pelo Método dos Elementos Finitos, duas vigas de concreto armado, uma convencional e outra recuperada com compósito cimentício e reforçada com laminado de PRFC. A simulação computacional foi realizada para comparação de resultados com os dados experimentais obtidos por Arquez (2010). Utilizando o programa ABAQUS, se realizou duas fases de análise, na primeira as vigas foram simuladas com os materiais elásticos, na segunda com as propriedades plásticas do aço, do concreto e do compósito cimentício. No caso da viga reforçada, o resultado ficou menos próximo do real, devido a considerações do modelo de concreto e aderência entre laminado e a viga. Quando se considerou os materiais com sua propriedades não-lineares, o programa apresentou certas dificuldades de convergência, não simulando completamente o modelo até a ruptura da viga.

Introdução

As pesquisas com reforço estrutural cujo uso mostra-se cada vez mais importante no mercado da Construção Civil, devido a diversas patologias em muitas obras, sejam devidas a negligências ou não.

Com o objetivo de reduzir custos com ensaios em laboratório, podem ser utilizados softwares que simulam qualquer tipo de laboratório, onde é possível inserir dados do material a ser ensaiado, e então, obter resultados confiáveis acerca de deslocamentos, fissurações e patologias em geral.

Para que isso seja possível, ainda existe a necessidade de se confirmar a teoria com a experimentação. Neste trabalho, será feito o contrário, sendo feita a validação do software por meio da comparação de seus resultados teóricos com os resultados experimentais do rompimento de vigas de concreto armado já efetuado no trabalho de Arquez (2010).

Materiais e métodos

As vigas a serem analisadas são as vigas VA1 e VC1 retiradas do trabalho de Arquez (2010). A primeira será como uma viga de referência para que seja possível entendermos como manipular uma viga em concreto armado. A viga VC1 possui as mesmas características geométricas da viga de referência, mas é recuperada e reforçada.

Todos os dados necessários para a concepção das vigas foram obtidos no trabalho de Ferrari (2007) e Arquez (2010), sendo eles: geometria de cada viga; armadura de flexão e de cisalhamento (estribo); ponto de aplicação e magnitude do carregamento; vinculação adotada; propriedades mecânicas de cada material; e configuração do laminado de PFRC e do compósito cimentício a base de argamassa.

Para melhor entendimento dos resultados e fácil interpretação de erros ocorridos durante a montagem da viga primeiramente elas serão executadas com o concreto e aço em comportamento elástico. Em seguida será inserido com comportamento plástico.

A análise do desempenho estrutural das vigas no programa ABACUS foi feita em 5 etapas, sendo a montagem do modelo, a aplicação das condições de contorno, a criação da malha de elementos finitos, a execução da análise e a obtenção do deslocamento no meio da viga com a finalidade de gerar os resultados e fazer comparação com os resultados experimentais.

Resultados e Discussão

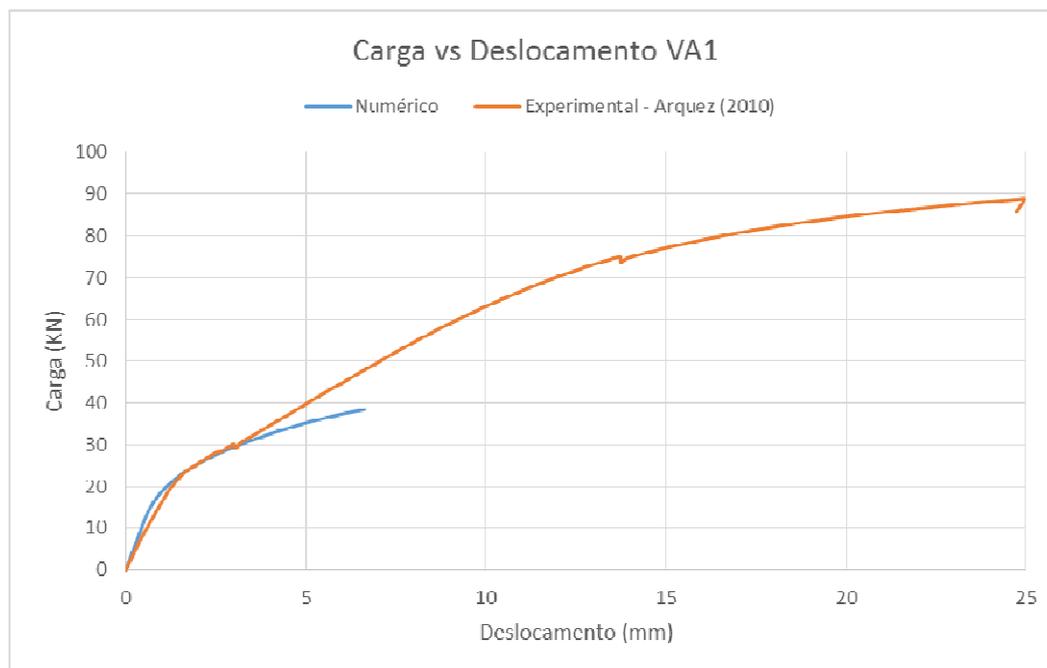


Figura 1 – Curva Carga vs Deslocamento viga VA1

Para a viga de referência VA1, os resultados para ambos os regimes, linear e plástico, foram compilados na Figura 1. Percebe-se que até o início do

regime plástico (32 KN) o resultado é praticamente idêntico ao experimental, mas após o início dessa fase os valores começam a divergir. Este problema se deve, dentre outros fatores, ao modelo utilizado para o concreto, Concrete Smeread Cracking. Neste modelo se insere as propriedades de compressão e tração do concreto, porém não há opção para se inserir a carga de ruptura experimental.

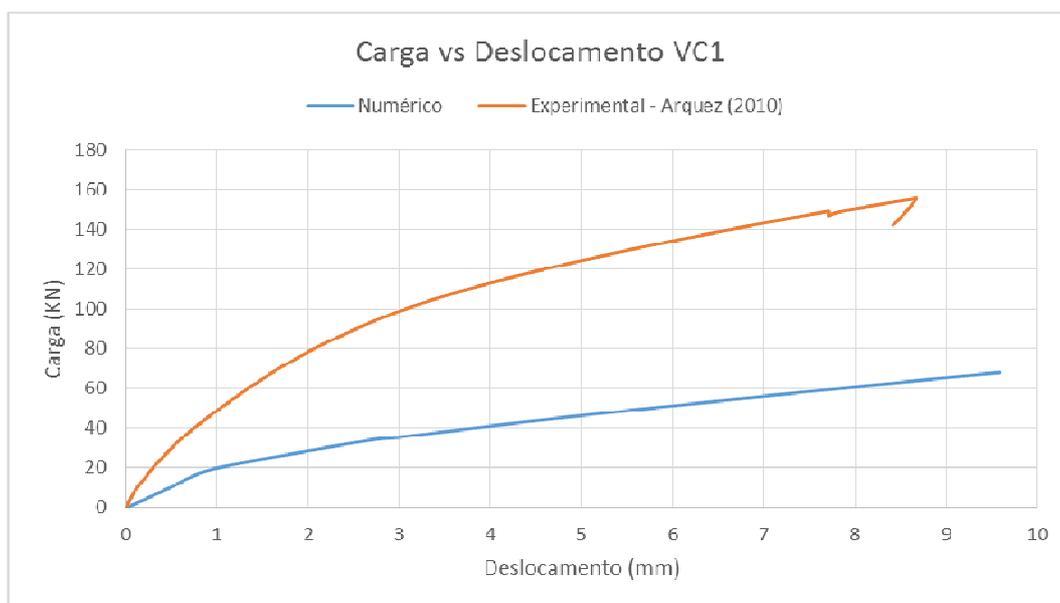


Figura 2 – Curva Carga vs Deslocamento viga VC1

Já a viga recuperada e reforçada VC1 apresentou um resultado um pouco distante do real desde o começo da simulação, se comparado a viga convencional. A sua curva de força versus deslocamento, observada na Figura 2, ficou distante da curva experimental, apresentando maior rigidez na viga. Esse resultado se deve ao fato de diversos fatores que influenciam no comportamento da viga não poderem ser simulados devido a falta de dados suficientes para a simulação e também consideração que devem ser feitas para adaptar a realidade ao programa ABAQUS.

Conclusões

As vigas estudadas apresentaram um comportamento satisfatório, de acordo com as limitações, quando analisadas no programa Abaqus.

No caso da viga convencional, esses resultados foram melhores, tendo a sua curva de força versus deslocamento próxima da curva real obtida por Arquez (2010). O ponto na curva que representa o início da fase de fissuração ficou bem representado, porém não foi possível obter o ponto onde a viga se rompeu, pois, o ensaio no programa encerra-se antes.

O modelo de aço utilizado é um dos parâmetros que causaram afastamento das curvas. No caso real, após o escoamento do aço, ele possui um comportamento não-linear. Porém ao se inserir os dados no programa ABAQUS, levamos em consideração que após o escoamento ele possui um

comportamento linear, onde se insere apenas a tensão de escoamento como dado de entrada.

A viga recuperada e reforçada apresentou um resultado um pouco distante do real, se comparado a viga convencional. A sua curva ficou distante da curva experimental, apresentando maior rigidez na viga.

Além do modelo utilizado para o concreto e aço não representar completamente o comportamento real da viga, há também o fato do compósito cimentício ser representando por este mesmo modelo. Mesmo existindo na biblioteca do ABAQUS modelos que representem compósitos reforçados com fibra, não foi possível utilizá-lo devido ao fato de não haver dados suficientes para a sua simulação.

Além disso o laminado foi considerado com regime plástico, o que não se verifica na vida Real. A ligação dos laminados com a viga foi simulada como se houvesse uma aderência perfeita, portanto não ocorreria descolamento da mesma. Porém, isso não ocorre na realidade, o que torna a viga simulada mais rígida que a viga experimental.

Os parâmetros utilizados na realização deste trabalho se aproximam da realidade, se utilizando de dados experimentais. Devido a convergência do modelo não se obteve uma análise completa do comportamento das vigas, porém as mesmas se aproximaram da fase de ruptura, seguindo o mesmo comportamento da viga experimental.

Agradecimentos

Primeiramente à Deus e aos meus pais, por acreditarem no meu sonho e me ajudarem sempre a conseguir meus objetivos. Ao Prof. Vladimir José Ferrari pela oportunidade de orientação. Ao Eng. Civil Renan Junqueira pela disponibilidade em sanar dúvidas sobre o programa. Por fim agradeço a CNPQ/FA-UEM pelo apoio financeiro concedido durante o período do projeto.

Referências

ABAQUS/CAE (2013). **User's Manual** – version 6.12.

ARQUEZ, A. P. **Aplicação de laminado de polímero reforçado com fibras de carbono (PRFC) inserido em substrato de microconcreto com fibras de aço para reforço à flexão de vigas de concreto armado**. São Carlos, 2010. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

FERRARI, V. J. **Reforço à flexão de vigas de concreto armado com manta de polímero reforçado com fibras de carbono (PRFC) aderido a substrato de transição constituído por compósito cimentício de alto desempenho**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.