



13 a 14 de outubro
de 2016

25º Encontro Anual de Iniciação Científica
5º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior

ESTUDO DO DESEMPENHO DE VIGA DE CONCRETO ARMADO PARCIALMENTE RECUPERADA E REFORÇADA À FLEXÃO VIA MÉTODOS DOS ELEMENTOS FINITOS.

Mateus Arruda da Costa (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, limitações.

Resumo:

No presente trabalho foram simuladas, através do Método dos Elementos Finitos (MEF), duas vigas, sendo a primeira em concreto convencional e a segunda com reforço de composto cimentício e lâmina de polímero reforçado com fibra de carbono (PRFC). A realização da simulação numérica baseou-se em ensaios de laboratório de Arquez (2010) com auxílio do programa computacional Abaqus-CAE Research. A simulação aconteceu em etapas, sendo a primeira considerando o comportamento elástico dos materiais, onde se obteve resultados mais precisos em relação as curvas experimentais. Esta análise não consta nos resultados do projeto, pois serve para ambientar o pesquisador na utilização do programa citado. Por fim, foram inseridas as propriedades plásticas dos materiais para ambas as vigas. Houve dificuldade em se chegar em resultados satisfatórios devido a limitações de convergência do programa. O estudo não se mostrou suficiente encontrar resultados numéricos representativos em relação os dados fornecidos por Arquez (2010).

Introdução

Polímeros revestidos com fibra de carbono (PRFC) são materiais compósitos inertes à corrosão e com elevada capacidade resistente à tração que, tem sido utilizados para aumentar, ou seja, reforçar elementos estruturais com deficiências em seu desempenho. Com o emprego dos PRFC no reforço de estruturas de concreto armado, estudos experimentais e analíticos têm sido



FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA

 **CNPq**
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

 **PARANÁ**
GOVERNO DO ESTADO
Secretaria da Ciência, Tecnologia
e Ensino Superior



desenvolvidos com o propósito de compreender os fenômenos envolvidos durante a solicitação dos elementos reforçados.

A partir do avanço das ferramentas computacionais a aplicação do Método dos Elementos Finitos (MEF) para análise dos comportamentos de elementos estruturais reforçados com PRFC tem-se diluído no meio técnico e científico com o objetivo de simular o comportamento de tais elementos e também validar os resultados obtidos, tendo-se como referência os ensaios realizados em laboratório em escala real.

Materiais e métodos

A execução do projeto de simulação das vigas em concreto armado convencional foi realizada através do programa Abaqus-CAE Reserach. Os dados de caracterização em estudo foram retirados do trabalho de Arquez (2010), a qual realizou os ensaios das vigas em laboratório.

O trabalho consistiu em simular numericamente as vigas VA1 e VD1, oriundas da tese de Arquez (2010), sendo VA1 uma viga em concreto armado convencional e VD1 uma viga em concreto armado reforçada com composto cimentício e 2 lâminas de PRFC. Na execução, considerou-se uma condição de simetria no meio da viga.

A simulação desenvolveu-se em três etapas principais, sendo a concepção do modelo o passo inicial, onde é apresentada a geometria das vigas, malhas e elementos a serem utilizados, bem como as propriedades de cada elemento. Logo após, deu-se a aplicação dos vínculos e cargas, seguido, finalmente, pelo pós-processamento, onde foram obtidos os resultados através do programa, sendo possível gerar gráficos e tabelas para a comparação com os resultados experimentais.

Resultados e Discussão

Para a viga VA1 utilizando o modelo Concrete Smeared Cracking para o concreto e elastoplástico para o aço, tem-se a Figura 1. Percebe-se que não há convergência dos resultados, visto que simulação não atingiu o limite de escoamento, cessando em torno de 40%. Entretanto, percebe-se que a curva numérica seguiu o comportamento experimental. Devido a problemas quanto ao modelo de fissuração, não foi possível realizar o ensaio até a ruptura.



**FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA**

 **CNPq**
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

 **PARANÁ**
GOVERNO DO ESTADO
Secretaria da Ciência, Tecnologia
e Ensino Superior

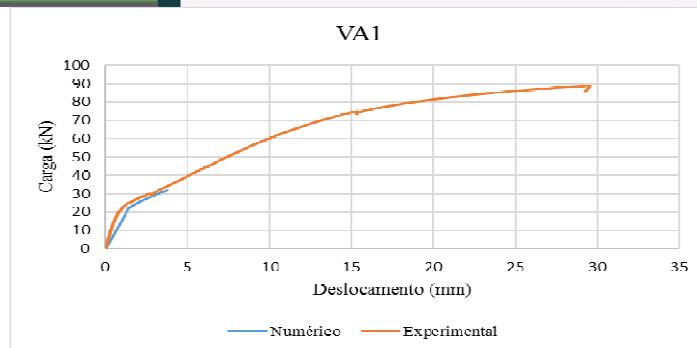


Figura 1 – Resultados para comportamento plástico de tração igual a compressão para concreto e elastoplasticidade para o aço.

Assim como na VA1, os dados obtidos de carga e deslocamento da viga reforçada

a VD1 fornece m o gráfico a seguir:

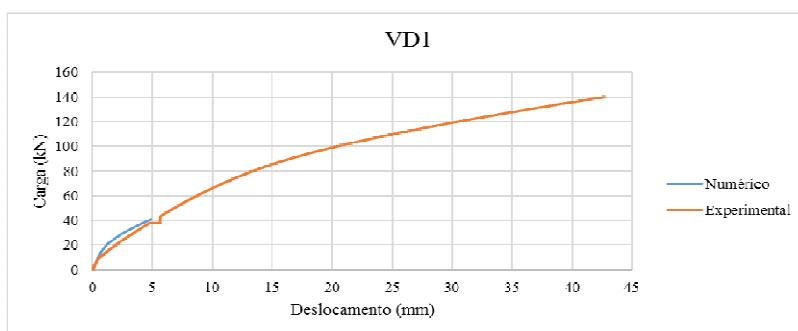


Figura 2 – Resultados para modelo Concrete Smeared Cracking para concreto e elastoplasticidade para o aço da viga VD1.

Para a viga VD1 a análise cessou em torno de 30%. Observa-se que o início da curva experimental e numérica se coincidem, como não foi possível dar continuidade na análise devido a impedimentos do sistema ABAQUS, a verificação completa dos resultados numéricos e experimentais tornou-se mais difícil.

Conclusões

Por mais que a modelagem não tenha atingido o limite de escoamento, considera-se que os resultados encontrados durante o projeto foram satisfatórios. Em relação a viga sem reforço VA1, a curva de carga x deslocamento de seu bem próxima a encontrada por Arquez (2010). Acredita-se que resultados melhores não foram encontrados, pelo fato do



**FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA**

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO
Secretaria da Ciência, Tecnologia
e Ensino Superior



programa Abaqus não possuir modelos específicos para o concreto em estudo, no presente trabalho, utilizou-se o modelo Concrete Smeread Craking, porém o mesmo ainda não representa as propriedades reais do concreto.

Assim como a viga sem reforço VA1, os resultados da viga com reforço (composto cimentício e lâmina da PRFC) cessou a modelagem em torno de 30%, mesmo com os ajustes de incrementos no programa Abaqus, não foi possível aumentar o valor correspondente ao ensaio. Entretanto, o comportamento inicial dos resultados numéricos em relação ao experimental foram muito próximos, não havendo grande distanciamento das curvas.

As características do composto cimentício também foi fator limitante para a execução do trabalho. O mesmo também foi considerado com modelagem Concrete Smeread Craking, pois esta seria a mais próxima da realidade. Porém, assim como o concreto, necessita de valores mais próximos ao real, para que os resultados numéricos sejam mais precisos. Acredita-se que com um estudo mais avançado do software, principalmente em relação as características que se aproximem das condições reais, a modelagem se aproxime cada vez mais dos resultados experimentais atingidos por Arquez (2010).

Agradecimentos

Primeiramente à Deus, por sempre abrir portas e me abençoar e aos meus pais, por acreditarem no meu sonho. Ao Prof. Vladimir José Ferrari pela oportunidade de orientação. Ao Eng. Civil Renan Junqueira pela disponibilidade na instalação do software e dúvidas sobre o mesmo. Por fim agradeço a CNPQ/FA-UEM pela 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.

