

COMPORTAMENTO DE CONECTORES DE CISALHAMENTO EM PERFIL FORMADO A FRIO COM ANÁLISE DA RESPOSTA NUMÉRICA.

SILVA, Paulo Henrique Menezes¹; **ALMEIDA**, Sylvia Regina Mesquita de²;

ARAÚJO, Daniel de Lima³.

Palavras-chave: Conectores de cisalhamento, Vigas mista aço-concreto, Análise numérica, Não-linearidade física e geométrica,

1. INTRODUÇÃO

Denomina-se sistema misto aço-concreto aquele no qual um perfil de aço (laminado, dobrado ou soldado) trabalha em conjunto com uma laje de concreto, formando uma viga mista. A interação entre o concreto e o perfil de aço pode se dar por meios mecânicos (conectores, mossas, ressaltos, etc), por atrito, ou, em alguns casos, por simples aderência.

Uma das vantagens da utilização de vigas mistas em sistemas de pisos é o acréscimo de resistência e de rigidez propiciados pela associação dos elementos de aço e de concreto, o que possibilita a redução da altura dos elementos estruturais, implicando em economia de material. Tendo em vista a crescente utilização dos perfis leves associados com uma laje de concreto por meio de ligações realizadas por conectores, e devido às poucas informações na literatura técnica sobre a performance e a capacidade resistente dessas conexões, estudos de conectores compatíveis com os perfis formados a frio são requeridos, pois são de grande relevância para o meio técnico e científico.

O principal objetivo deste trabalho é, através da modelagem numérica de conectores de cisalhamento em perfil formado a frio, utilizados em vigas mistas aço-concreto, determinar um modelo numérico tridimensional confiável a partir do qual se possa analisar a influência da rigidez na resistência da ligação, levando-se em consideração o comportamento não linear do aço e do concreto, o que normalmente não é considerado nos principais métodos de dimensionamento. Procura-se, ainda, determinar uma relação limite entre a altura do conector e a altura da laje a ser utilizada no dimensionamento de conectores tipo U em perfil formado a frio. Segundo ensaios experimentais realizados por DAVID (2003), constatou-se que a resistência obtida de ensaios, comparada com valores teóricos obtidos de expressões normativas para conectores U laminados, apresentou diferença significativa quando a variável de comparação foi a altura do conector. Pretende-se também desenvolver um modelo analítico simplificado que possa representar de forma satisfatória o comportamento dos conectores de cisalhamento.

2. METODOLOGIA

A modelagem numérica consiste na elaboração de um modelo numérico tridimensional, com o objetivo de simular um ensaio de cisalhamento direto (“push-out test”). O ensaio consiste, basicamente, na aplicação de uma força vertical ao perfil de aço, medindo-se o deslizamento relativo entre a laje de concreto e o perfil para cada incremento de carga (figura 1). Para a calibração do modelo, serão utilizados 8 ensaios realizados por DAVID (2003) no laboratório de Estruturas da Escola de Engenharia Civil da UFG. As características dos modelos ensaiados estão resumidamente descritas no quadro 1. Para a realização da modelagem numérica será utilizado o programa ANSYS®, elaborado com base no Método dos Elementos Finitos, cujas ferramentas disponibilizadas permitem análises dos modelos com não-

linearidade física e geométrica. Em função das características geométricas do modelo, constituída pelo perfil, conector de cisalhamento e laje de concreto, é utilizada uma malha estruturada de elementos finitos tridimensionais hexaédricos de oito nós, com três graus de liberdade por nó, para modelar o perfil e conector de aço (SOLID 45) e o concreto (SOLID 65). Na interface de contato entre o conector de cisalhamento e a laje de concreto são utilizados elementos de contato (TARGET 170 E CONTAC 49) com o propósito de evitar a penetração do conector na laje de concreto (figura 2).

A modelagem numérica possibilita uma análise do sistema misto com diversas configurações, sendo possível, após adequação do modelo numérico tridimensional pela confrontação com resultados experimentais, verificar a variável que mais influencia na capacidade última da ligação, além de propiciar uma análise dos níveis de tensão, de deformação e do grau de fissuração e plastificação em determinados pontos do modelo numérico. As variáveis de interesse na modelagem são a espessura e a altura dos conectores de cisalhamento e a resistência do concreto.

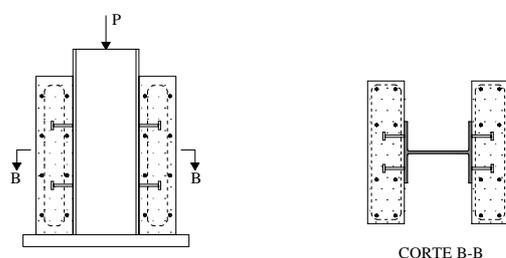


Figura 1 - Modelo de ensaio de cisalhamento direto adotado pelo EUROCODE 4.

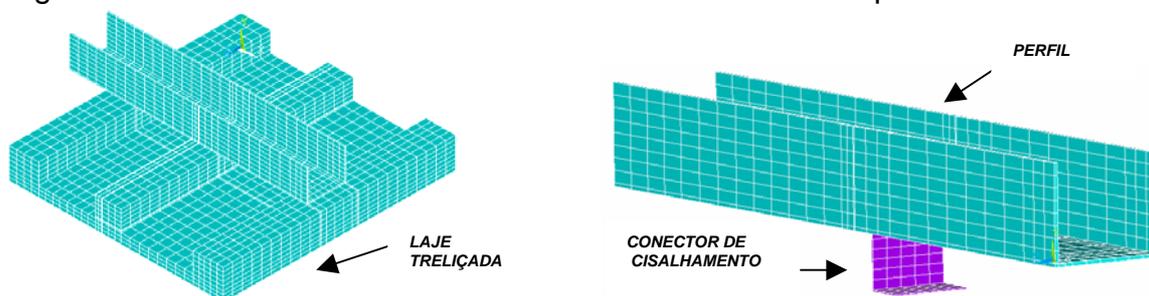


Figura 2 – Modelo de elementos finitos para o ensaio de cisalhamento direto.

Quadro 1 – Ensaios de cisalhamento direto realizados por DAVID (2003).

Modelos	Dimensões dos conectores (mm)	Espessuras dos conectores (mm)	Resistência alvo do concreto da laje (Mpa)
MOD.01		2.00	20
MOD.02		3.75	20
MOD.03		2.00	30
MOD.04		3.75	30
MOD.05		2.00	20
MOD.06		3.75	20
MOD.07		2.00	30
MOD.08		3.75	30

Também será construído um modelo analítico simplificado que consiste em uma barra engastada em uma das extremidades e apoiada sobre várias molas com comportamento não linear. As propriedades dessas molas serão determinadas empregando técnicas de otimização, procurando-se minimizar o erro entre a curva força-deslocamento deste modelo e curvas obtidas experimentalmente. Obtidas as propriedades das molas, procurar-se-á correlações entre essas propriedades e as principais características da ligação, isto é, resistência do concreto, espessura e altura do conector.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 3 é mostrada a relação entre a força e o deslocamento do conector do modelo MOD.01 obtida numérica e experimentalmente. Para o fator de rigidez do elemento de contato (KN) foi usado o valor de 15000. O modelo numérico apresentou correspondência bastante satisfatória para um nível de solicitação de até 30 kN, ou seja, na fase elástico-linear. A partir desta força, até 63 kN, o modelo numérico apresentou maior rigidez quando comparado ao modelo experimental, ficando posteriormente menos rígido até o carregamento de 69 kN a partir do qual não se obteve mais convergência.

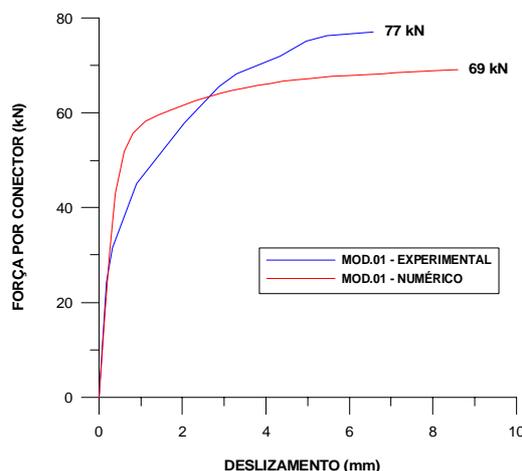


Figura 3 – Relação força x deslizamento referente ao modelo MOD.01.

4. CONCLUSÃO

O modelo numérico, de forma geral, representou satisfatoriamente a curva força-deslizamento do conector obtida de ensaios. Com relação à resistência última, o resultado numérico foi cerca de 10 % inferior ao valor experimental, mostrando que é possível a simulação deste tipo de ensaio através de um modelo numérico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EUROCODE 4 - (2001 Draft No. 3 of prEN 1994-1-1). Design of composite steel and concrete structures - Part 1.1: General rules and rules for buildings. European Committee for Standardization. Bruxelles.

DAVID, D.L. Vigas mistas com laje treliçada e perfil formado a frio: análise do comportamento estrutural. 2003, 218f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2003.

FONTE DE FINANCIAMENTO – CNPq

¹ Bolsista de iniciação científica. Escola de Engenharia Civil - EEC - Laboratório de Estruturas de concreto, pauloestrutura@yahoo.com.br

² Orientador/Escola de Engenharia Civil/UFG, sylvia@eec.ufg.br

³ Co-Orientador/Escola de Engenharia Civil/UFG, dlaraujo@eec.ufg.br