

## ANÁLISE NUMÉRICA DE CONEXÕES FLEXÍVEIS EM VIGAS DE AÇO

Diniane Baruffi<sup>1</sup> e Zacarias Martin Chamberlain Pravia<sup>2</sup>

### Introdução

Ligações:

- ✓ Refinamento das considerações sobre o desempenho afim de obter um melhor entendimento do comportamento estrutural;
- ✓ Análise Estrutural convencional classifica em rígidas e flexíveis;
- ✓ Difícilmente assumem comportamento idealizado, passando a desempenhar um comportamento semirrígido com transferência de momento fletor;
- ✓ O presente trabalho, aborda a modelagem computacional, afim de avaliar a rigidez nas extremidades de uma viga simplesmente apoiada submetida à flexão simples.

### Objetivos

Avaliar a rigidez existente em conexões consideradas rotuladas, do tipo cantoneira dupla em vigas, através do Método dos Elementos Finitos.

### Metodologia

- ✓ A análise estrutural considerou os efeitos de não linearidade geométrica e física, pelo método de Elementos Finitos no programa ANSYS.
- ✓ Foram comparados dois tipos de ligações flexíveis, uma totalmente livre (ligação com pino) e outra que apresenta um comportamento de ligações flexíveis.
- ✓ Os materiais foram caracterizados pelas suas propriedades físicas e mecânicas definidos pela ABNT NBR 8800:2008.
- ✓ Foram inseridos os elementos de contatos na estrutura. Os contatos utilizados foram do tipo "bonded", e "frictional" com um coeficiente de atrito de 0,2 definido pela NBR 88000:2008, figura 1 e 2.

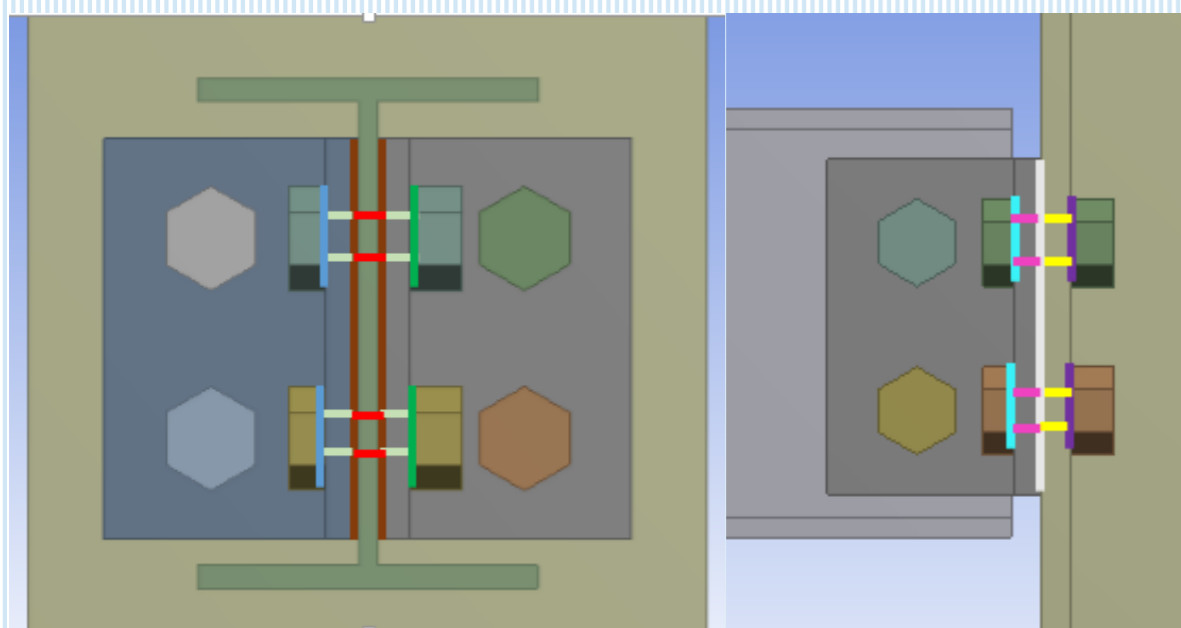


Figura 1: Contatos com atrito para ligação dupla cantoneira

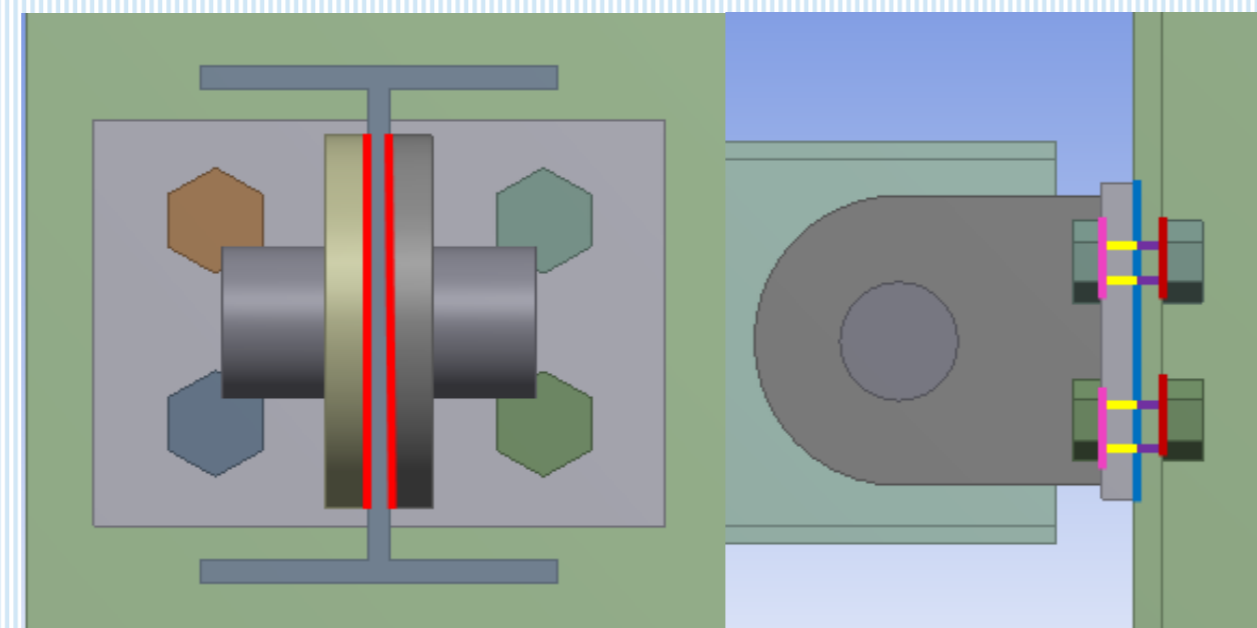


Figura 2: Contatos com atrito para ligação com pino e chapa

Para simular a rotação em torno do pino em relação a chapa e a viga, foi utilizado um contato para liberar a rotação em z, restringindo-se os movimentos de translação em x, y e z, figura 3.

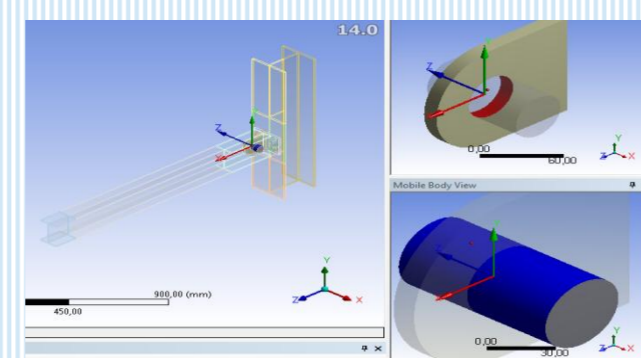


Figura 3: Contato para simular rotação

- ✓ A malha foi gerada com tamanho de 15mm, utilizando comandos de refinamento em áreas de maior interesse.
- ✓ Foram testadas algumas malhas onde a que se mostrou mais adequada para a análise foi a malha em que se definiu tamanho do refinamento e tipo do elemento sólido.

- ✓ Para a malha gerada a estrutura com dupla cantoneira apresentou 463098 nós e 197455 elementos, e a estrutura com chapa e pino 215218 nós e 50548 elementos, figura 4 ao lado.

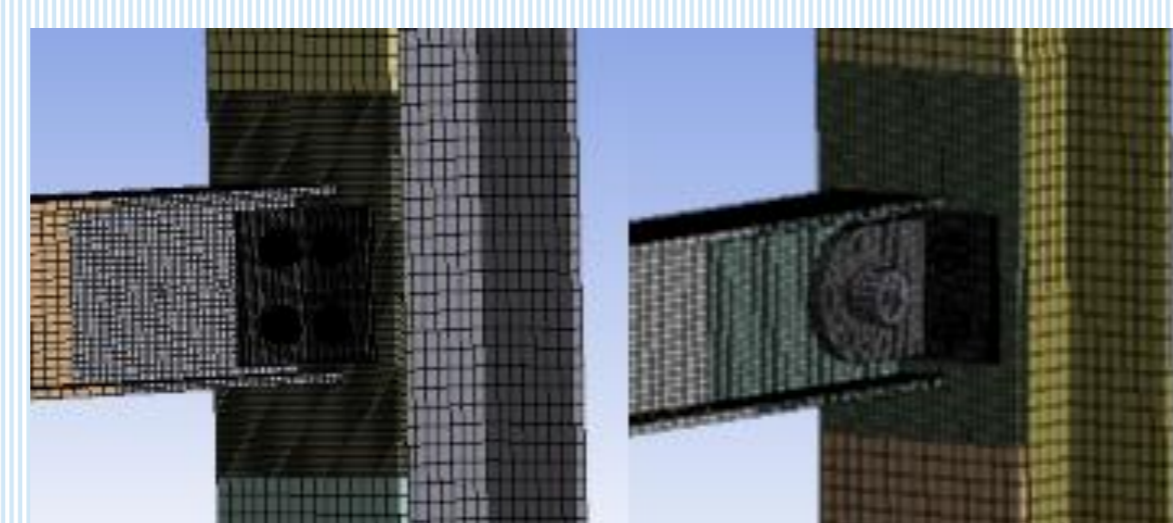


Figura 4: Malha gerada nas ligações

- ✓ Para o modelo foram adotadas também algumas condições de contorno para a resolução numérica. Foram aplicadas restrições – engastes – nos extremos das colunas. Como o modelo foi analisado por simetria, foi inserindo uma restrição em z no eixo de simetria, deixando a estrutura livre em x e y.
- ✓ A análise foi realizada em dois tempos, no primeiro momento foi apenas aplicado a protensão nos parafusos, no valor de 85 kN, definido pela norma ABNT 8800:2008. E no segundo momento foi aplicada a carga de 20950 N para medir os devidos deslocamentos e tensões.
- ✓ No modelo com dupla cantoneira o resultado do deslocamento para a análise foi 8,0171mm e para o modelo com pino foi de 9,5649mm.

Comparação entre os dois modelos			
Com pino $\delta$ (mm)	Com cantoneira $\delta$ (mm)	Diferença numérica (mm)	Diferença percentual (%)
9,5649	8,0171	1,548	16,18

Figura 4: Resultados dos deslocamentos

- ✓ A rigidez foi determinada com a ajuda do programa Ftool, para os valores dos deslocamentos dos dois modelos.
- ✓ Primeiramente, sem inserir rigidez, a estrutura apresentou um deslocamento de 12,55 mm e um momento fletor de 31,4 kN.m.
- ✓ Para os modelos em que se inseriu elemento de mola para determinar a rigidez os resultados estão figura 5, abaixo.

Tipo de ligação	$\delta$ (mm)	K (kN.m/rad)	M (kN.m)
Dupla Cantoneira	8,017	$1,163 \times 10^3$	23,86
Com Chapa e Pino	9,565	$5,815 \times 10^2$	26,44

Figura 5: Resultados de deslocamentos, rigidez e momento fletor

### Resultados

- ✓ Para o modelo de ligação com pino o momento fletor calculado foi de 26,44 kN.m e no modelo de ligação com cantoneira o momento fletor foi de 23,86 kN.m, uma diferença de 2,58 kN.m. A rigidez apresentada mostra uma redução no momento fletor de aproximadamente 10%.
- ✓ Para o caso da ligação com chapa e pino, o momento fletor calculado foi de 26,44 kN.m para a estrutura com rigidez, comparado ao valor de 31,40 kN.m para a estrutura sem rigidez, uma redução de aproximadamente 5 kN.m, em torno de 16%, mesmo rotulada a estrutura apresentou certa rigidez.
- ✓ No caso da viga com dupla cantoneira o momento fletor calculado foi de 23,86 kN.m para a estrutura com rigidez, comparando com o valor de 31,40 kN.m para a estrutura sem rigidez, uma redução em torno de 7,5 kN.m, diferença de aproximadamente 24%. Mostrando que nesse caso a consideração dessa estrutura como descontínua no cálculo das estrutura é inadequado, já que há existência de rigidez na estrutura, sendo assim reduzindo significativamente o momento fletor.

### Conclusão

A partir das análises numéricas é possível concluir que o cálculo de ligações flexíveis considerado para estruturas com dupla cantoneira não determinam os reais esforços na mesma, o caso aqui estudado apresentou redução em torno de 24% no momento fletor, que poderia permitir uma redução de uso de material objetivando a sustentabilidade estrutural.