



ANÁLISE NUMÉRICA DA CARGA CRÍTICA DE FLAMBAGEM EM COLUNAS METÁLICAS CONSIDERANDO TENSÕES RESIDUAIS E CURVATURA INICIAL

Alexandre Rossi (PIBIC/CNPq/Uem), Carlos Humberto Martins (Orientador), Washington Batista Vieira, Felipe Piana Vendramell Ferreira, e-mail: alexandre-rossi@hotmail.com.

Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Engenharia Civil/Maringá, PR.

Área de Engenharias. Subárea de Estruturas Metálicas

Palavras-chave: Abaqus, Tensão Residual, Carga Crítica.

Resumo

Na análise, da influência das tensões residuais e da curvatura inicial sobre a carga crítica de flambagem de colunas metálicas, os métodos clássicos de análises tornam-se caros devido a necessidade de instrumentações ou mesmo a inacessibilidade para a obtenção de resultados, por essa motivo a análise realizada se deu com o *software Abaqus*, um programa que realiza simulações pelo Método dos Elementos Finitos (MEF). Portanto neste trabalho foi realizada uma análise numérica com o *software Abaqus*, sobre o comportamento estrutural de colunas metálicas de perfis laminados, os quais adquirem tensões residuais em seu processo de fabricação, e também apresentam deformações geométricas, que afetam a resistência à compressão dos pilares através da redução da carga crítica de flambagem.

Introdução

Os pilares metálicos utilizados na construção civil são normalmente perfis metálicos de abas paralelas, os quais são fabricados em altas temperaturas em usinas siderúrgicas, processo o qual resulta no surgimento de tensões residuais, ALMEIDA (2006)

A literatura técnica tem adotado, de forma simplificada, as distribuições parabólica ou linear para a variação das tensões residuais dos perfis laminados e soldados. Vários pesquisadores utilizam a distribuição linear nas mesas e constante na alma nos modelos de análise que considerem as tensões residuais. Entretanto, para perfis com grande altura de alma, a variação das tensões ao longo da alma deve ser também considerada. Assim, uma boa aproximação seria considerar distribuições parabólicas ou lineares, tanto nas mesas, quanto na alma.



Já a imperfeição geométrica normalmente é expressa como uma curvatura inicial, a qual a literatura adota na forma de uma semi-onda senoidal com amplitude máxima de $L/1000$, ABREU (2010).

Portanto com a atribuição tanto das imperfeições físicas quanto geométricas aos perfis metálicos as colunas tendem a apresentar valores de carga crítica de flambagem inferiores a uma coluna ideal, alterando assim o estado limite último, ou seja, o valor da carga crítica de flambagem.

Materiais e métodos

Para a simulação de um pilar biapoiado foi utilizado o perfil **W200x46,1**, cujos travamentos foram realizados de forma diferente em cada extremidade do pilar, na extremidade carregada foi realizado o travamento da translação entorno do eixo x e y , e liberada na direção z , que corresponde com a direção da aplicação da carga. Já a rotação foi travada na direção x e z e liberada em y . Em relação a extremidade oposta a da aplicação da carga a translação foi travada em todos os eixos e a rotação liberada somente na direção y . Isso para a análise na direção de menor inércia do pilar.

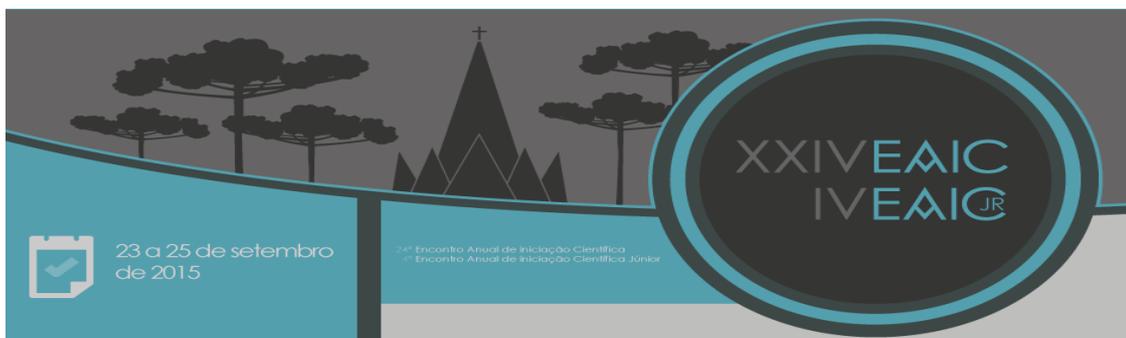
O aço estrutural considerado foi o ASTM A572-GRAU 50, o qual é utilizado para fabricação de perfis laminados no Brasil. Este aço possui módulo de elasticidade transversal E igual a 200 GPa, resistência ao escoamento f_y igual a 345 MPa e resistência de ruptura f_u igual a 450 MPa.

Tabela 1: Deformações correspondentes ao fim de cada região

Região	Tensão (σ , MPa)	Deformação (ϵ , m/m)
E	345,6	0
I	355,8	0,01726
II	442,55	0,05394
III	576,73	0,15719

Tabela 2 – Modelos de distribuição de tensões residuais adotados

CONFIGURAÇÃO	DISTRIBUIÇÃO		T. R. DE TRAÇÃO (σ_{rt})	MODELO
	MESA	ALMA		



	CONSTANTE	SEM	$\sigma_{rt} = -\sigma_{rc}$	1
	LINEAR	SEM	$\sigma_{rt} = -\sigma_{rc}$	2
	LINEAR	CONSTANTE	$\sigma_{rt} = \frac{t_f b_f}{t_f b_f + t_w d_w} \sigma_{rc}$ Onde: $d_w = d - 2t_f$	3
	LINEAR	LINEAR	$\sigma_{rt} = -\sigma_{rc}$	4
	PARABÓLICO	CONSTANTE	$\sigma_{rt} = \frac{2t_f b_f}{4t_f b_f + 3t_w d_w} \sigma_{rc}$	5

Resultados e Discussão

A seguir apresentam-se os resultados das análises realizadas de acordo com os 5 modelos de distribuição de tensões residuais

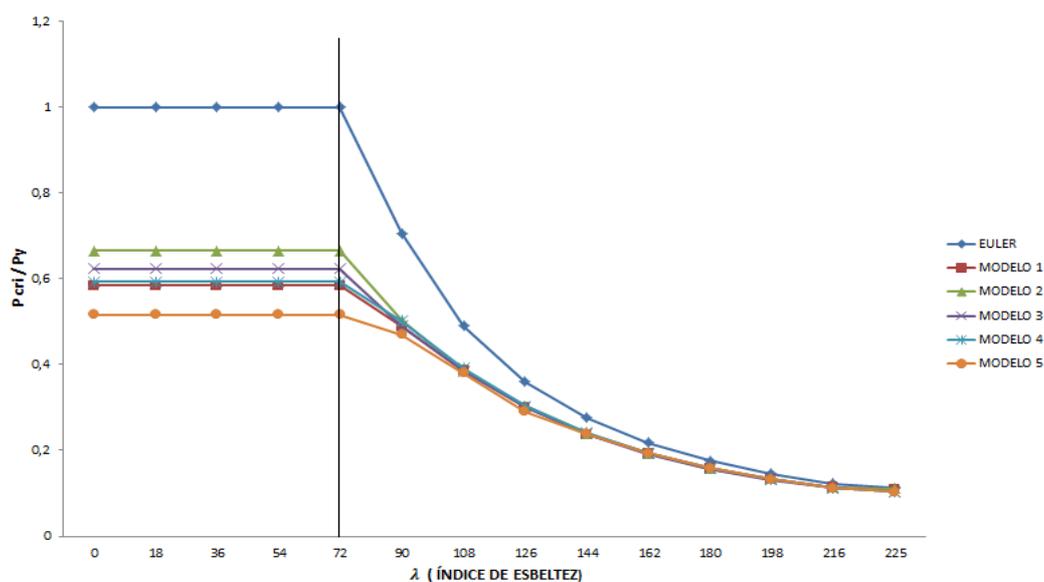


Figura 1 – Gráfico P_{cr}/P_y X λ

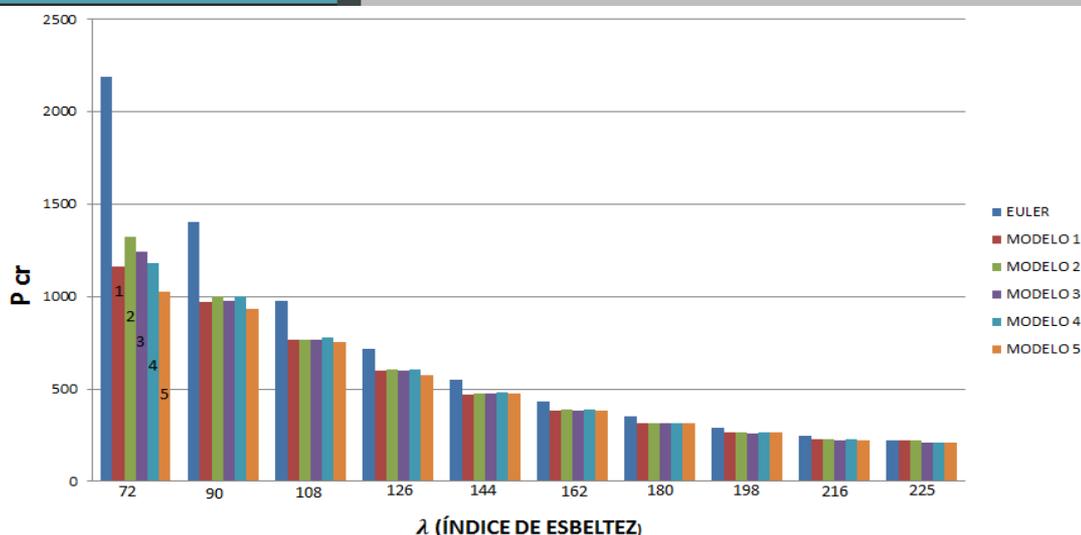


Figura 2 – Gráfico $P_{cr}/P_y \times \lambda$

Conclusões

De acordo com as análises conclui-se que quanto mais curto o pilar, ou seja, menor o índice de esbelteza, maior é a influência das tensões residuais e da curvatura inicial com relação à diminuição da carga crítica de flambagem de Euler. Pode-se observar também na figura 1 que existe um patamar e, que as tensões residuais não possuem mais efeito sobre a carga crítica de flambagem, esse patamar, o qual é marcado com a linha vertical na figura 1, indica o ponto onde o pilar atinge o seu ELU por plastificação do material e não mais pela flambagem. Concluiu-se também que os diversos modelos de tensões residuais aplicados não apresentam grande diferença, quanto ao resultado da carga crítica de flambagem, em pilares com maiores índices de esbelteza, ou seja, quanto maior o comprimento do pilar menor a diferença dos resultados obtidos para cada modelo.

Referências

ALMEIDA A. C. B. (2006) Análise Inelástica de Pórticos Planos Considerando a Plasticidade Distribuída e o Efeito das Tensões Residuais nos Perfis Estruturais de Aço. 2006. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

ABREU P. M. L (2010) Determinação do momento fletor resistente à flambagem lateral com torção de vigas de aço celulares. Dissertação de Mestrado, Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.