



## **ANÁLISE NÃO LINEAR GEOMÉTRICA E FÍSICA DO MOMENTO RESISTENTE CONSIDERANDO A FLAMBAGEM LATERAL COM TORÇÃO EM VIGAS CELULARES**

Felipe Piana Vendramell Ferreira (PIBIC/UEM), Nara Villanova Menon (Orientador), Carlos Humberto Martins (Co-Orientador), Alexandre Rossi (PIBIC/FA) e-mail: fpiana@live.com

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

**Área de Engenharias. Subárea de Engenharia Civil.**

**Palavras-chave:** ABAQUS, vigas celulares, imperfeições.

### **Resumo:**

As vigas celulares apresentam forte apelo arquitetônico devido ao grande número de possibilidades alcançados com os mais diversos tipos de diâmetros. Há também a possibilidade da passagem de dutos de utilidades dentro das aberturas, evitando corte na alma ou aumento da altura da construção, que ocorre necessariamente quando os dutos passam sob as vigas. Neste trabalho, apresenta-se um estudo para a validação do modelo numérico através de vigas metálicas em perfis laminados de abas paralelas. Após a validação do modelo numérico fez-se análises de vigas celulares, utilizando-se para isso do software ABAQUS 6.12, sendo simuladas por meio da aplicação de momento constante, carregamento distribuído e carga concentrada, e das condições de contorno que permitam simular o vínculo de garfo. Além disso, simulou-se imperfeições físicas e as imperfeições geométricas e a flambagem lateral com torção em vigas celulares visando a obtenção do momento crítico em função do comprimento destravado. Verificou-se que não houve diferenças significativas entre os valores do momento crítico obtidos no software ABAQUS 6.12 em relação ao cálculo analítico da NBR 8800:2008 para as vigas metálicas de alma cheia. Por outro lado, em relação as análises das vigas celulares, comparou-se os resultados obtidos pelo software ABAQUS 6.12 com o procedimento proposto por ABREU (2010).





## Introdução

Segundo WARD (1994, apud ABREU, 2010), as vigas celulares são apropriadas também para vencer grandes vãos ou para condições em que a deformação condiciona o dimensionamento. Conforme a Figura 1, as vigas celulares apresentam forte apelo arquitetônico devido ao grande número de possibilidades alcançados com os mais diversos tipos de aberturas. Outra importante vantagem das vigas celulares é a possibilidade da passagem de dutos de utilidades dentro das aberturas, de acordo com a Figura 2, evitando corte na alma ou aumento da altura da construção, que ocorre necessariamente quando os dutos passam sob as vigas.

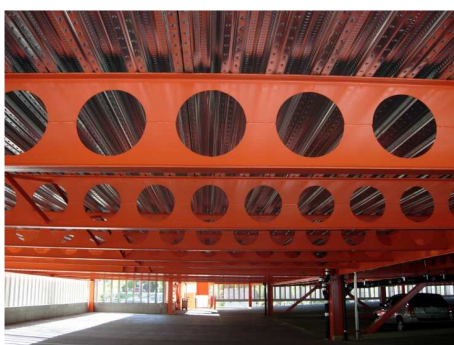


Figura 1 – Cobertura de garagem

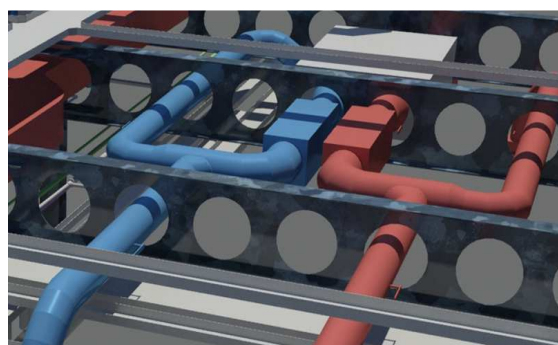


Figura 2 – Passagem de tubulações

Neste projeto, pesquisou-se através de dissertações de mestrado e artigos que envolvem as análises e conclusões de experimentos que de um lado busca os resultados que a norma NBR 8800 (2008) possibilita, ao lado dos resultados do software ABAQUS 6.12, comparando-se também, com o procedimento de cálculo proposto por ABREU (2010).

## Materiais e métodos

Iniciaram-se os estudos sobre o software ABAQUS 6.12 através de livros específicos sobre o assunto. As etapas de estudos foram as seguintes:

1. Iniciação científica realizada no segundo ano da graduação, estudando o tema abordado através de pesquisas bibliográficas e teorias estruturais;

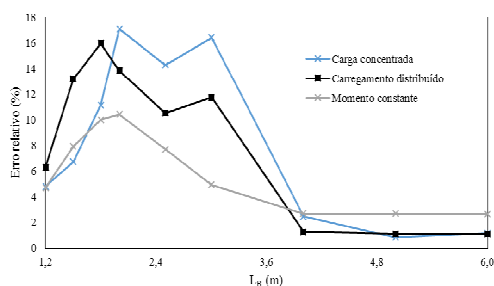




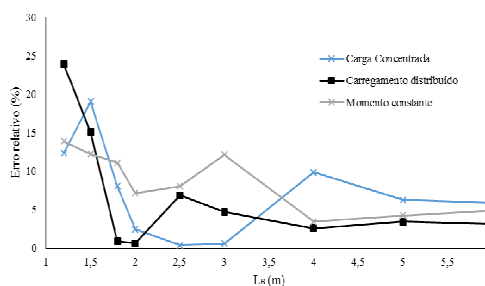
2. Segunda iniciação científica, no período do terceiro ao quarto ano, dando continuidade no tema com estudo nas aberturas circulares, proposta da ABNT NBR 8800:2008;
3. Terceira iniciação científica, estudando principalmente a aplicação de imperfeições físicas e geométricas em vigas celulares.

## Resultados e Discussão

De acordo com as análises realizadas para a validação do modelo numérico observou-se grande variação no momento fletor resistente para vãos que se encontram na fase inelástica considerando como carregamento carga concentrada. Por outro lado, na fase elástica, pode-se desconsiderar os erros, pois foram mínimos. Considerando os outros carregamentos aplicados, como momento constante e carregamento distribuído, houve uma diferença de no máximo 18%, conforme a Figura 3, em um ponto que se encontra na zona plástica. Ainda, comparando com o procedimento de cálculo da ABNT NBR 8800:2008, foi possível concluir que os resultados iniciais com os perfis estudados mostram a compatibilidade das análises numéricas com os valores analíticos dados pela NBR 8800:2008. Assim, o modelo numérico está aferido.



**Figura 3** – Validação do modelo numérico



**Figura 4** – Resultados viga celulares

Por outro lado, de acordo com a Figura 4 acima, as análises realizadas de vigas celulares, observou-se grande variação no momento fletor resistente para vãos que se encontram nas fases plástica e inelástica, observando-se que o procedimento proposto por ABREU (2010) é satisfatório apenas para a fase elástica.





## Conclusões

As análises das vigas celulares apresentaram menor momento resistente que as vigas de alma sólida, para um perfil de mesmo tamanho, uma vez que a alma dessas últimas, por não ter aberturas, sofre menos distorção, o que proporciona à viga maior estabilidade lateral. Analisou-se também, que quanto maior a seção transversal, maior será o momento resistente, visto que a inércia no eixo X, é um valor a ser considerado o qual proporciona maior estabilidade lateral para a viga. Por outro lado, o procedimento proposto por ABREU (2010) apresentou pouca variação de valores comparados com as análises no intervalo da flambagem elástica. Já na fase inelástica, o procedimento proposto por ABREU (2010) apresentou grandes diferenças comparados com a análise numérica, observando-se assim que o procedimento não é satisfatório para vãos curtos.

## Agradecimentos

A UEM pela bolsa de estudos.

## Referências

ABNT NBR 8800:2008. Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2008.

ABREU, L. M. P. (2010) Determinação do momento fletor resistente à flambagem lateral com torção de vigas de aço celulares. 90 p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BEZERRA, E. M. (2011) Determinação do momento fletor resistente à flambagem lateral com torção de vigas de aço casteladas. 120 p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

WARD, J. K. Design of Composite and Non-Composite Cellular Beams, The Steel Construction Institute, 2ª edição, 1994.

