

## ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DE VIGAS CASTELADAS DE AÇO EM PADRÃO LITZKA

### Study of the structural behavior of Litzka castellated steel beams

Henrique Mattos de Souza Fernandes (P) (1); Washington Batista Vieira (2); André Luis Riqueira Brandão (2); Pedro Henrique Franco de Moraes e Oliveira (1); José Leocádio Neto (1)

(1) Graduando em Engenharia da Mobilidade, Universidade Federal de Itajubá, Itabira, MG, Brasil

(2) Eng. Civil, Prof. Dr., Universidade Federal de Itajubá, Campus Itabira, Itabira, MG, Brasil.

Correspondência: henriquemsf123@gmail.com; vieira@unifei.edu.br; (P) Apresentador

**Resumo:** Neste trabalho é apresentado um estudo do comportamento estrutural de vigas casteladas de aço padrão Litzka, quando submetidas a diferentes tipos de carregamento. As vigas padrão Litzka são produzidas a partir de perfis I laminados, fazendo-se um corte em zig-zague com dimensões específicas na alma do perfil, aumentando sua altura sem alterar o seu peso, conseqüentemente elevando seu momento de inércia em relação ao eixo de flexão. Durante o estudo foi utilizado o software ABAQUS, realizando-se a análise pelo método dos elementos finitos, em vigas submetidas à flexão, variando-se a seção transversal e o comprimento do vão. O modelo numérico considera as imperfeições geométricas iniciais, tensões residuais e não linearidades físicas derivadas do processo de fabricação. São apresentados os resultados numéricos da capacidade resistente das vigas submetidas a diferentes carregamentos, comparando-se com os resultados de modelos analíticos obtidos da literatura, fornecendo meios para o ajuste de equações para a avaliação da capacidade resistente de vigas casteladas de aço padrão Litzka.

*Palavras-chave: casteladas, vigas, ABAQUS, modelagem*

**Abstract:** This paper consists in the study of the structural behavior of castellated steel beams in Litzka pattern, when this is subjected to different types of loading. As pattern Litzka beams are produced from rolled I profiles, making a zigzag cut with specific dimensions in the profile core, increasing its height without changing its self weight, consequently enlarging its inertia with respect to the bending axis. During the study, the ABAQUS software was used, and the structural analysis was performed based on the finite element method, I-profile laminated tabulated as a basis for modeling on software, varying the cross section and the length. The numerical model considers as initial geometric imperfections, residual stresses and non-linearity derived from the manufacturing process. The numerical results of the resistant capacity of beams subjected to different loads are presented, comparing with the results of analytical models obtained in the literature, providing parameters for the adjustment of evaluation equations of the resistant capacity of Litzka standard steel beams.

*Keywords: castellated, beams, ABAQUS, modelling.*

## 1 INTRODUÇÃO

Durante a primeira metade do século XX, a construção metálica ganhou grande impulso graças a invenção da solda elétrica no final dos anos 20. Por volta dos anos 1930 surgiram as vigas alveolares, como resposta à demanda de perfis que apresentassem altura superior aos perfis I laminados produzidos pela indústria da época. As vigas alveolares são produzidas a partir de um corte longitudinal seguindo um traçado específico, possibilitando o destacamento das duas metades, que posteriormente após o deslocamento longitudinal são soldadas dando origem a uma viga com uma sequência de aberturas na alma.

As vigas casteladas podem ser fabricadas em diferentes tipologias em função do traçado do corte, dentre os quais se destaca o padrão Litzka. Nesse padrão geométrico, a distância entre as aberturas adjacentes é igual ao triplo da largura mínima do montante ( $b_w$ ) e ângulo de inclinação das aberturas igual a  $60^\circ$  (Figura 1).

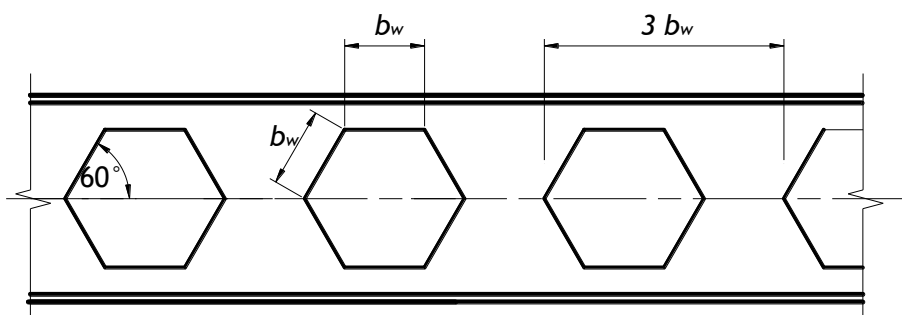


Figura 1. Padrão Litzka

Fonte: (Vieira, 2015)

Pelas particularidades do comportamento estrutural em função do traçado do corte utilizado, deve-se fazer pesquisas a fim de constatar o comportamento estrutural das vigas casteladas, proporcionando uma base para definir critérios importantes para projetos. No Brasil ainda não há orientações normativas vigentes para o dimensionamento de vigas casteladas, necessitando de estudos para o desenvolvimento de modelos de cálculo.

O presente trabalho tem como objetivo a realização de um estudo comparativo do comportamento estrutural de vigas casteladas em padrão Litzka submetidas a diferentes tipos de carregamento, tendo em vista que estudos anteriores, experimentais e numéricos, foram realizados apenas com o caso de uma força concentrada no centro do vão (Vieira 2015; Pereira 2016), evidenciando seu comportamento estrutural, quando este é submetido a diferentes tipos de carregamento, avaliando as equações presentes na literatura para flambagem lateral por torção (FLT) e flambagem do montante de alma por cisalhamento (FMA).

## 2 ANÁLISES NUMÉRICAS

### 2.1 Generalidades

Neste estudo, utilizou-se o *software* ABAQUS – que utiliza o método dos elementos finitos – para análise das vigas modeladas, produzidas a partir de perfis I comercializados no Brasil. Foram modeladas vigas em 12 seções diferentes, distribuídas em 4 famílias de perfis (W250, W310, W360, W460) do catálogo da Açominas: de cada família, três perfis – o mais esbelto, o intermediário e menos esbelto.

Além da variação da seção transversal, variou-se a relação vão/altura da viga castelada ( $L/d_g$ ) em 3, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25 e 30. Variou-se também a condição de carregamento: duas cargas concentradas equidistantes, três cargas concentradas equidistantes e carregamento uniformemente distribuído.

### 2.2 Modelo numérico

Na simulação foi utilizado um modelo constitutivo elastoplástico perfeito sem encruamento, com módulo de elasticidade igual a 200 GPa, coeficiente de Poisson igual a 0,3 e resistência ao escoamento igual a 345 MPa.

As seguintes restrições foram feitas nas vigas (Figura 2), para a situação de duas e três cargas concentradas:

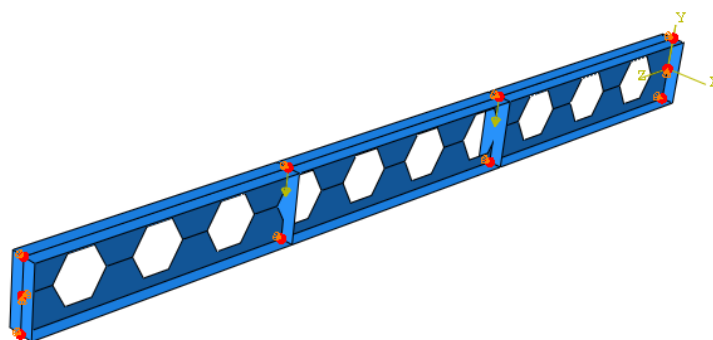
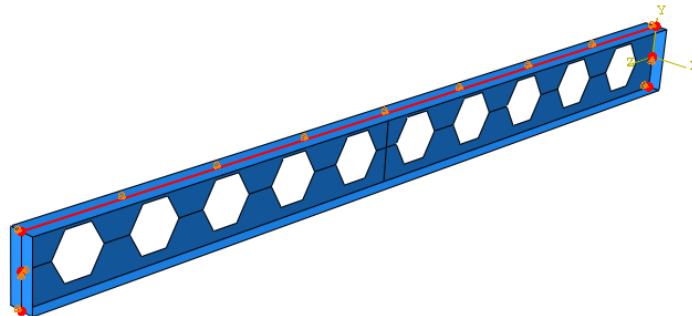
- restrição ao deslocamento lateral nas mesas dos apoios e nos pontos de aplicação de carga;
- restrição ao deslocamento vertical nos apoios, aplicados à meia altura da seção transversal;
- restrição ao deslocamento longitudinal aplicado à meia altura da seção transversal de um dos apoios.

Nas vigas com carregamento uniformemente distribuído, além dessas restrições, há uma restrição ao deslocamento lateral contínua ao longo do comprimento da viga, na mesa superior.

Os carregamentos foram aplicados utilizando o algoritmo Riks modificado presente na biblioteca do ABAQUS, consistindo em incrementos constantes de carga com valor variável a fim de buscar o equilíbrio da estrutura. Os pontos que apresentavam carga concentrada, como nos apoios e pontos de aplicação de carga, foram reforçados com um enrijecedor que possuem a mesma espessura da mesa e feitos do mesmo material (Figura 3).

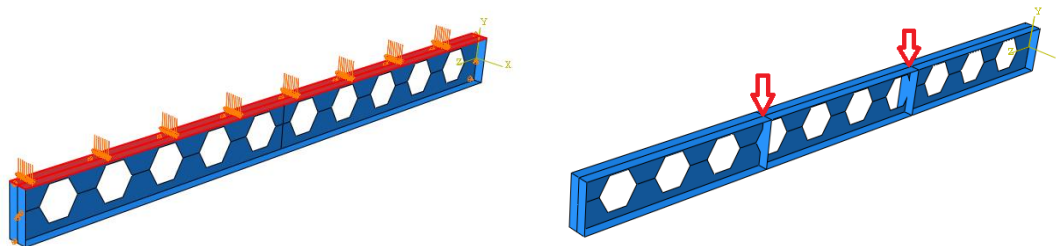
Para aplicação da malha no modelo utilizaram-se os parâmetros de Pereira (2016), onde o tamanho da malha aplicada para cada relação é apresentado na Tabela 1. Os elementos finitos do modelo numérico são do tipo SHELL, elementos de casca fina, com malha quadrilátera do tipo S4R, possuindo seis graus de liberdade por nó.

A análise numérica admite as não linearidades físicas, considera as tensões residuais e as imperfeições geométricas iniciais.



**Figura 2. Pontos de localização dos travamentos aplicados**

Fonte: (Autor, 2018)



**Figura 3. Demonstração das cargas aplicadas**

Fonte: (Autor, 2018)

**Tabela 1. Tamanho da malha em função do vão**

Relação $L_v/d_g$	Dimensão da malha
$L_v/d_g \leq 3$	5x5 mm <sup>2</sup>
$3 < L_v/d_g \leq 6$	10x10 mm <sup>2</sup>
$6 < L_v/d_g \leq 20$	15x15 mm <sup>2</sup>
$L_v/d_g > 20$	20x20 mm <sup>2</sup>

Utilizou-se um modelo simplificado de distribuição de tensões residuais do modelo de Young proposto por Vieira *et al.* (2015), onde as tensões distribuídas ao longo da mesa e da alma são uniformizadas, calculadas utilizando as formulações para mesa e alma do perfil como demonstrado na (1) e (2):

$$f_{r,alma} = -\left[11.111 t_w(d-t_f)/t_f b_f + 76.667\right] \cdot MPa \quad (1)$$

$$f_{r,mesa} = +\left[56.250 t_w(d-t_f)/t_f b_f - 8.333\right] \cdot MPa \quad (2)$$

onde:

$t_w$  = espessura da alma

$t_f$  = espessura da mesa

$b_f$  = largura da mesa

$d$  = altura do perfil original

As imperfeições geométricas iniciais foram consideradas tomando o maior valor entre 1/1000 do comprimento do vão e 1/100 da altura da viga castelada, tomando como base os trabalhos de Vieira (2015) e de Silveira (2011).

### 3 MODELOS PARA DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE RESISTENTE

#### 3.1 Modelo para determinação da capacidade resistente à FMA

Dependendo da geometria adotada para uma viga alveolar e do carregamento atuante, o montante de alma pode atingir o colapso por cisalhamento (VERÍSSIMO *et al.*, 2010).

Vários trabalhos de pesquisa experimental e teórica foram desenvolvidos em meados do século passado, para explicar o comportamento das vigas casteladas e identificar os modos de colapso possíveis. Estudos antigos, como o de Delesques (1968), propõem uma formulação para a verificação do estado limite de flambagem do montante de alma, onde a flambagem estaria relacionada a força cortante atuante no centro do montante de alma, gerando modos de colapso de escoamento do montante tanto por cisalhamento quanto por flexão. Porém as equações foram desenvolvidas para a flambagem elástica, propondo soluções empíricas aproximadas para o problema da FMA em regime inelástico (VIEIRA, 2015).

Vieira (2015) propõe um método de cálculo, onde é feita uma analogia de barra comprimida susceptível a instabilidade, baseado no *strut model*, idealizado por Lawson *et al.* (2002), determinando a capacidade resistente das vigas em relação a este estado limite último, analisando de forma mais realista este modo de colapso nos regimes elástico e inelástico.

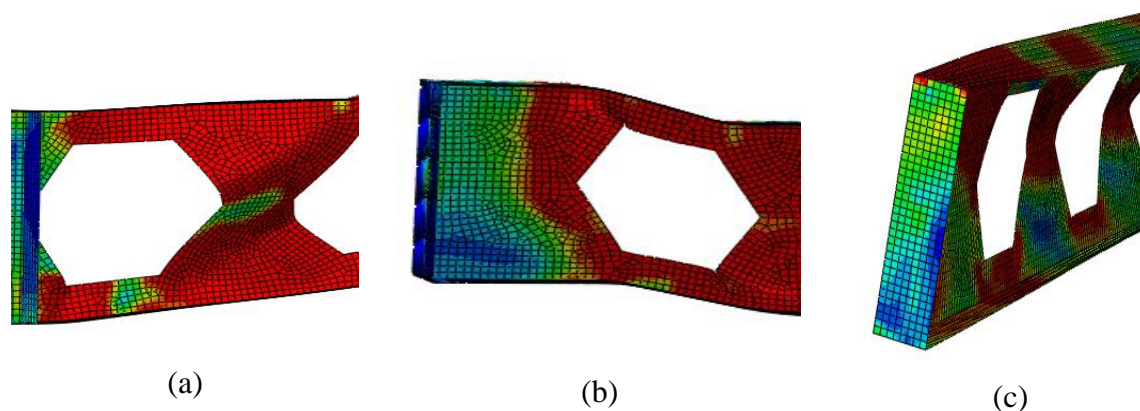
### 3.2 Modelo para determinação da capacidade resistente à FLT

As equações utilizadas para determinação do momento fletor resistente das vigas alveolares para o estado limite de flambagem lateral com torção é feita de modo similar as equações utilizadas para determinação da capacidade resistente em vigas de alma cheia. A determinação tem como base a NBR 8800:2008, porém é substituído os parâmetros de esbeltez  $\lambda_p$  e  $\lambda_r$ , relacionados a plastificação e início do escoamento respectivamente, pelos comprimentos destravados  $L_p$  e  $L_r$  (ABREU, FAKURY e SILVA, 2010), as equações são demonstradas no estudo de Bezerra *et al.* (2010).

## 4 RESULTADOS E DISCURSÃO

### 4.1 Estados-limites últimos observados

Foi feito no estudo uma análise dos modos de colapso apresentados pelas 360 vigas casteladas padrão Litzka modeladas no ABAQUS, quando estas estão submetidas a diferentes carregamentos, os modos de colapso (Figura 4) contabilizados foram: mecanismo de Vierendeel (Vierendeel), flambagem do montante de alma por cisalhamento (FMA), flambagem do montante de alma por compressão (FMAC), mecanismo de flexão (MF) e flambagem lateral com torção (FLT). Na Tabela 2 são apresentados os modos de colapso separados pela relação ( $L/dg$ ) analisados.



**Figura 4. Modos de colapso ocorrentes em vigas casteladas:**  
(a) FMA; (b) mecanismo de Vierendeel; (c) FMAC.

Fonte: (Autor, 2018)

**Tabela 2. Ocorrência dos modos de colapso por carregamento aplicado**

2 cargas concentradas										
Modo de Colapso	<i>L/dg</i>									
	3	4	6	8	10	12	15	20	25	30
Vierendeel	12	12	12	9	7	6	4	-	-	-
FMA	-	-	-	3	2	0	0	-	-	-
MF	-	-	-	0	1	1	0	-	1	2
FLT	-	-	-	0	2	5	8	12	11	10
3 cargas concentradas										
Modo de Colapso	<i>L/dg</i>									
	3	4	6	8	10	12	15	20	25	30
Vierendeel	12	12	12	12	9	5	3	-	-	-
FMA	-	-	-	-	3	2	1	-	-	-
MF	-	-	-	-	-	3	4	3	-	-
FLT	-	-	-	-	-	2	4	9	12	12
Carregamento uniformemente distribuída										
Modo de Colapso	<i>L/dg</i>									
	3	4	6	8	10	12	15	20	25	30
Vierendeel	-	4	5	8	10	8	3	-	-	-
FMA	12	8	7	4	2	1	-	-	-	-
MF	-	0	-	-	-	3	9	12	12	12

Nota-se que o modo de colapso predominante nos carregamentos concentrados é o mecanismo de Vierendeel, seguido pela FLT. Não percebemos esta semelhança no carregamento uniformemente distribuído já que este possui condições de contorno diferenciada, a fim de simular uma situação real onde a laje travaria o deslocamento lateral por toda extensão da viga em que está apoiada, o que impede que ocorra FLT na viga, e pelo tipo de carregamento o FMAC acaba sendo o modo de colapso mais ocorrente nesta situação. A Tabela 3 apresenta a distribuição de modos de colapso para cara relação analisada

**Tabela 3. Ocorrência de modos de colapso para cara relação analisada.**

Modo de Colapso	<i>L/dg</i>									
	3	4	6	8	10	12	15	20	25	30
Vierendeel	24	28	29	29	26	19	10	-	-	-
FMAC	12	8	7	4	2	1	-	-	-	-
MF	-	-	-	-	1	7	13	15	13	14
FLT	-	-	-	-	2	7	12	21	23	22
FMA	-	-	-	3	5	2	1	-	-	-

Percebe-se uma ocorrência predominante de flambagens locais para relações pequenas, tendo um ponto de transição onde começa a ocorrer as flambagens globais entre a relação 12 e 15, após elas ocorre unicamente flambagens globais.

A Tabela 4 demonstra a totalidade dos modos de colapso encontrados, sendo o mecanismo de Vierendeel o colapso que apresentou maior número de ocorrências.



**Tabela 4. Ocorrência dos modos de colapso para todos os carregamentos atribuídos**

Modos de colapso	Total
Vierendeel	165
FMAC	34
MF	63
FLT	87
FMA	11

#### 4.2 Análise da capacidade resistente

Gráficos demonstrando a capacidade resistente ao momento fletor e ao cortante pelo comprimento do vão para cada série de perfis foram plotados, a fim de comparar o comportamento da mesma viga castelada padrão Litzka aos diferentes esforços nela aplicados. Percebe-se, pela Figura 5, que o comportamento com relação a capacidade resistente ao momento fletor é muito similar entre vigas curtas e médias. As vigas com relação  $L/d_g$  igual ou superior a 12, sob cargas concentradas, apresentam uma queda em sua capacidade resistente, enquanto as vigas sob carregamento uniformemente distribuído apresentam não apresentam variação de resistência para as vigas longas. Este comportamento pode ser atribuído às suas condições de contorno que impedem a ocorrência de FLT, nas vigas sob carregamento distribuído, enquanto a queda da capacidade resistente nas vigas sob cargas concentradas deve-se ao aumento do comprimento destravado  $L_b$  à FLT. O comportamento com o aumento da esbeltez também difere, quando analisados os momentos resistentes, tendo menos variação na resistência para os diferentes tipos de carregamento. A força cortante resistente das vigas sob cargas concentradas é muito similar, com ligeiro aumento da capacidade resistente para as vigas com carregamento distribuído, conforme mostrado na Figura 6. O mesmo comportamento foi observado para as demais famílias de perfis estudadas, tanto para o momento quanto para cortante.



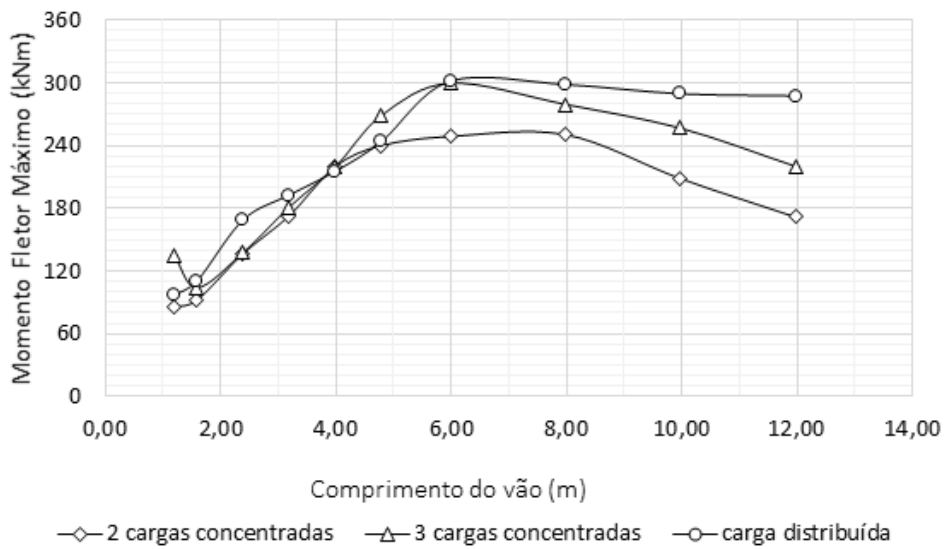
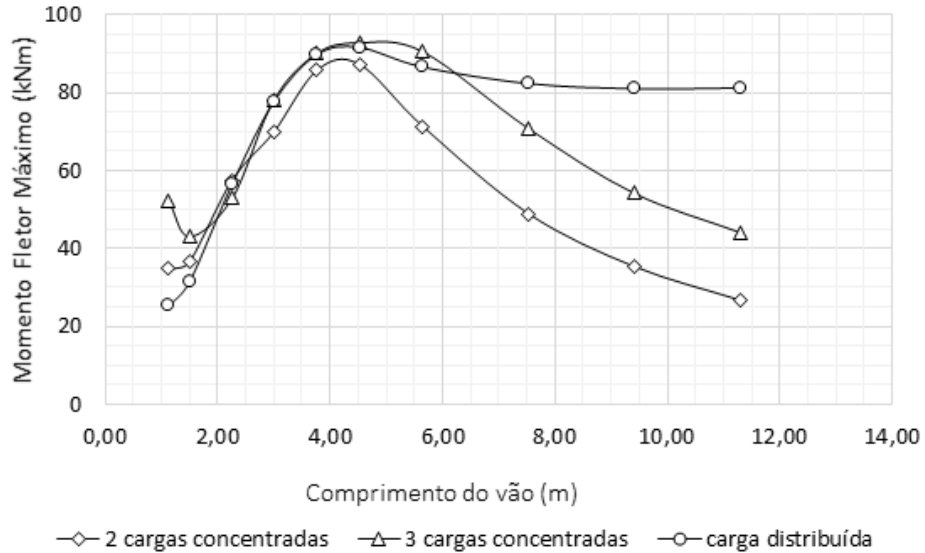
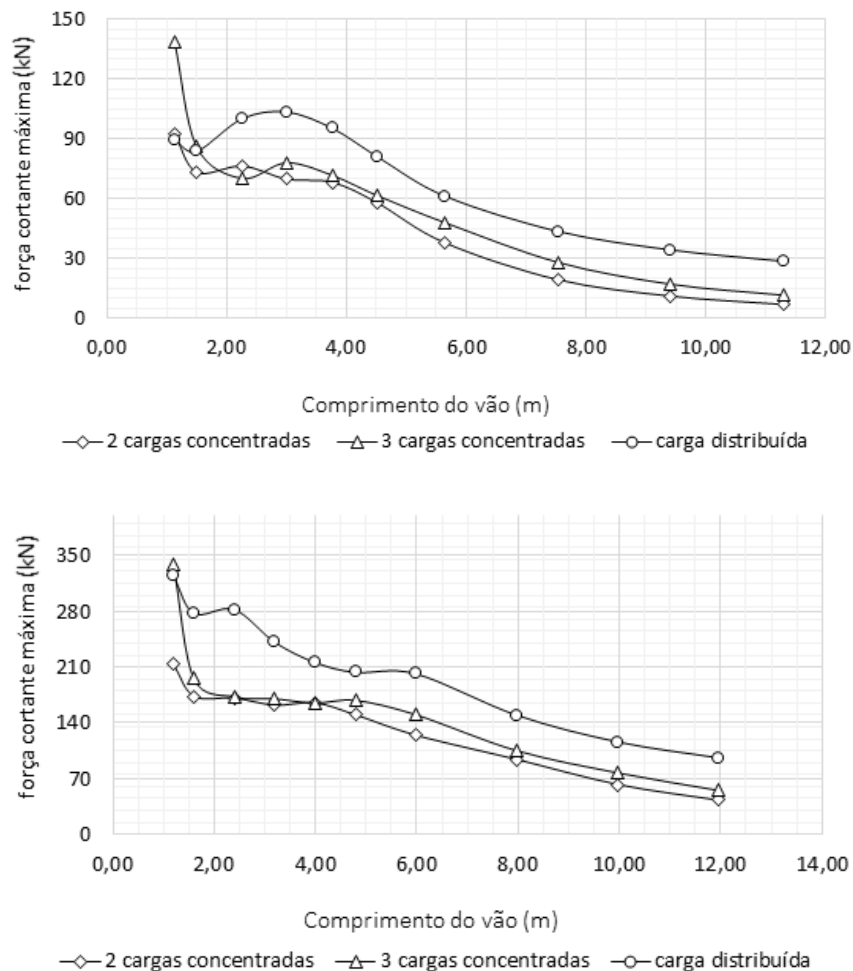


Figura 5. Momento fletor resistente perfil W250x17.9 e W250x44.8 respectivamente

Fonte: (Autor, 2018)



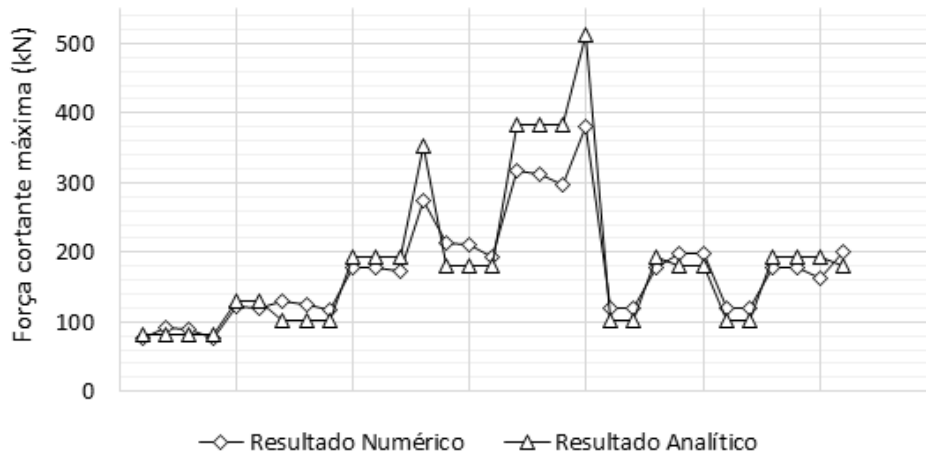
**Figura 6. Esforço cortante resistente perfil W250x17.9 e W250x44.8 respectivamente.**

Fonte: (Autor, 2018)

### 4.3 Avaliação dos modelos de cálculo da resistência à FMA

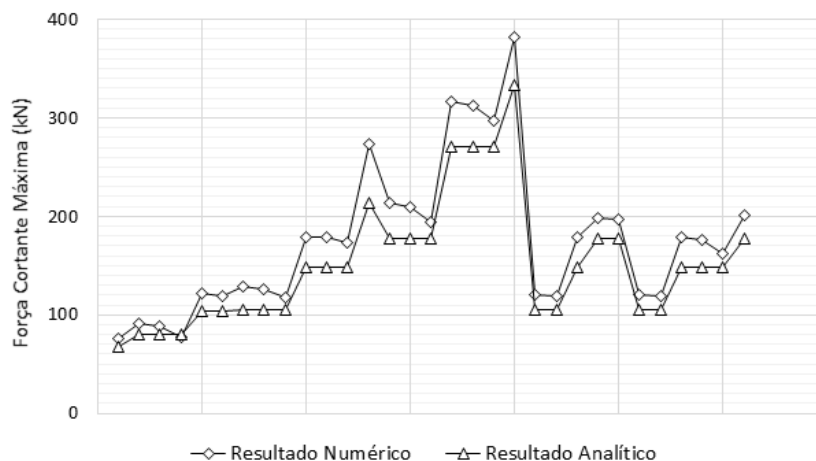
A validação do modelo foi feita com base no erro do modelo, obtido dividindo-se o esforço cortante resistente obtido na análise numérica pelo esforço cortante calculado pelas equações. Foram analisadas 31 vigas casteladas padrão Litzka que apresentaram FMA como modo de colapso, utilizando os resultados obtidos neste estudo e os apresentados por Pereira (2016).

Nas Figuras 7 e 8 são apresentadas a comparação dos resultados analíticos e numéricos dos modelos de Delesques (1968) e Vieira (2015) respectivamente.



**Figura 7. Comparação entre resultados numéricos e analíticos de Delesques (1968)**

Fonte: (Autor, 2018)



**Figura 8. Comparação dos resultados numéricos e os analíticos de Vieira (2015)**

Fonte: (Autor, 2018)

Na Tabela 5 são apresentados comparativamente o erro médio, a amplitude do erro e o desvio padrão dos erros dos modelos analíticos presentes na literatura e utilizados nesse estudo.

**Tabela 5. Comparação entre resultados dos modelos da literatura**

Modelo	Erro Médio	Amplitude do Erro	Desvio Padrão
Delesques (1968)	1,009	0,75-1,25	0,148
Vieira (2015)	1,153	0,98-1,28	0,054

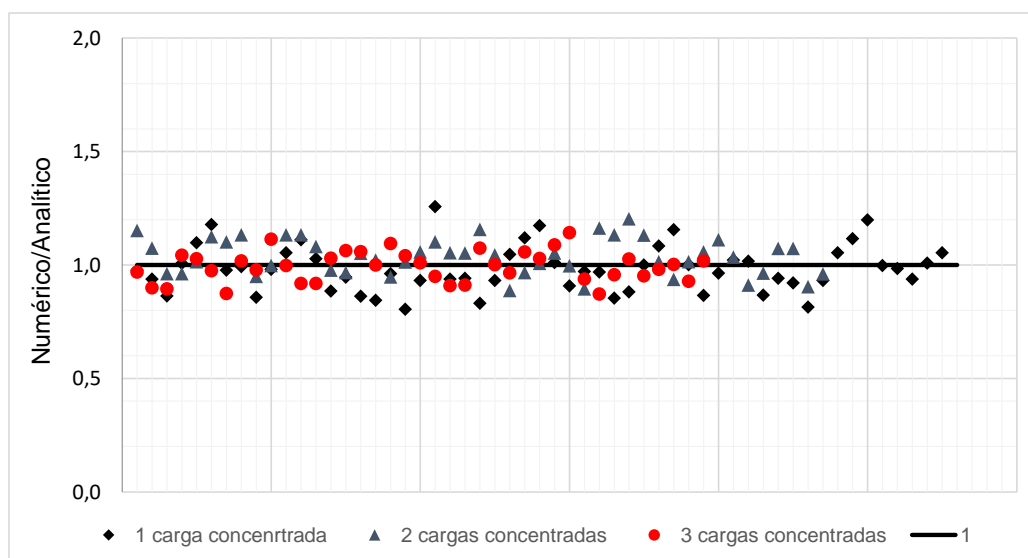
Para alguns casos, em especial nas vigas com uma força concentrada, o resultado do modelo analítico de Delesques (1968) apresenta um erro significativo, com resultados superiores aos resultados obtidos da análise numérica. O desvio padrão obtido demonstra grande variação entre os resultados, havendo casos em que a equação superestima a capacidade resistente e outros casos em que a equação subestima a capacidade resistente, não sendo, portanto, um modelo apropriado para o dimensionamento de vigas casteladas.

Observa-se que a equação proposta por Vieira (2015) é favorável a segurança para todos os resultados obtidos. No entanto, demonstra ser conservadora para praticamente todos os casos. O modelo de Vieira (2015) é melhor que o modelo de Delesques (1968), tendo em vista que este último pode ser contrário a segurança enquanto o modelo do autor brasileiro é sempre favorável a segurança. No entanto, em média, os resultados analíticos de Vieira (2015) são 15% inferiores aos resultados numéricos, com um desvio padrão pequeno, demonstrando que esse modelo analítico é muito conservador para as vigas em padrão Litzka com diferentes tipos de carregamento e vãos.

#### 4.4 Avaliação do modelo para cálculo da capacidade resistente à FLT

A validação do modelo foi feita com base no erro do modelo, obtido dividindo-se o momento fletor máximo obtido pela análise numérica pelo momento fletor calculado pela equação. Foram analisadas 141 vigas casteladas padrão Litzka que apresentaram FLT como modo de colapso, utilizando os resultados obtidos neste estudo e os apresentados por Pereira (2016).

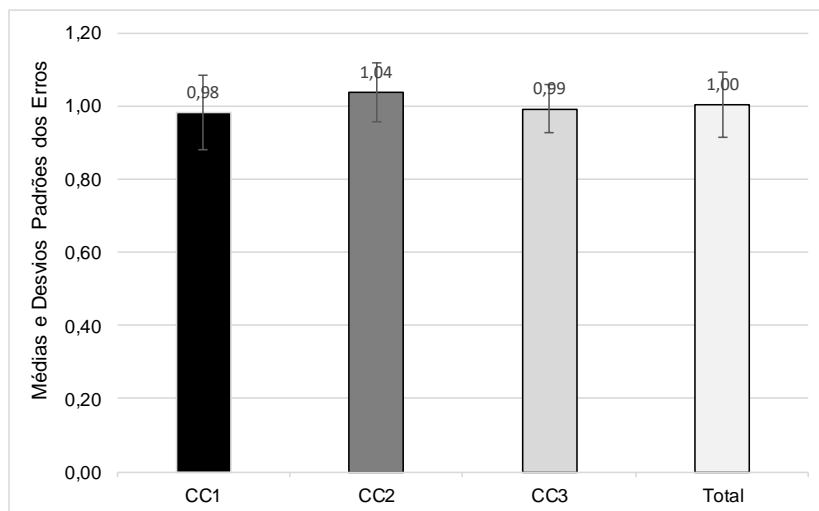
Na Figura 9 são apresentados os resultados numéricos e analíticos do modelo de cálculo apresentado no estudo de Bezerra *et al.* (2010). Percebe-se uma grande concordância entre os resultados numéricos e analíticos, demonstrando que a equação representa bem a capacidade resistente em vigas casteladas padrão Litzka à flambagem lateral com torção.



**Figura 9.** – Gráfico comparativo dos resultados numéricos e analíticos para FLT

Fonte: (Autor, 2018)

Na Figura 10 são apresentados os resultados das médias e desvios padrões dos erros calculados



**Figura 10. Médias e desvios padrões dos erros calculados para o estado limite de FLT.**

Fonte: (Autor, 2018)

Observa-se que os resultados ficaram similares para todos os tipos de carregamento, tendo valores médios oscilando muito próximos da unidade. Os desvios padrões não são elevados, indicando uma boa representação do modelo, especialmente para as vigas com maior distribuição do carregamento

## 5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi realizado o estudo comparativo do comportamento estrutural de vigas casteladas em padrão Litzka submetidas a diferentes tipos de carregamento: duas cargas concentradas equidistantes, três cargas concentradas equidistantes e carregamento uniformemente distribuído.

Em termos de capacidade resistente ao momento fletor, há uma diferença entre o comportamento demonstrado pelas vigas submetidas ao carregamento uniformemente distribuído e as cargas concentradas aplicadas. Nas vigas com forças concentradas, o momento resistente cresce com o aumento do vão (relações de  $L/d_g < 15$ ), uma vez que o esforço que governa o dimensionamento é o esforço cortante para esses vãos. Para relações  $L/d_g \geq 15$ , o momento fletor resistente é o esforço que governa o dimensionamento, e como o comprimento destravado é função do comprimento do vão, o momento fletor resistente à FLT reduz com o aumento do vão. O carregamento uniformemente distribuído apresenta o mesmo aumento constante de resistência, porém para vão mais compridos não apresentam a queda de resistência, devido ao travamento lateral, a FLT não ocorre nas vigas, ocorrendo mecanismo de flexão. Observa-se também uma aproximação dos gráficos de momento fletor resistente para diferentes tipos de carregamento quando há o aumento da esbelteza do perfil analisado.



O esforço cortante resistente das vigas analisadas, apresenta grande similaridade para os diferentes tipos de carregamento, as vigas com carregamento uniformemente distribuído apresentam resistência maior e o mesmo comportamento das vigas com cargas concentradas.

O modo de colapso predominante nas vigas com carregamentos concentrados é o mecanismo Vierendeel, seguido pela FLT. Pelo impedimento ao deslocamento lateral contínuo nas vigas com carregamento uniformemente distribuído não há ocorrência de FLT, sendo FMAC e mecanismo Vierendeel os modos de colapso mais ocorrentes nessas situações.

Realizadas as verificações dos modelos de cálculo presentes na literatura, conclui-se que o modelo desenvolvido por Delesques (1968) não é um modelo apropriado para o dimensionamento de vigas casteladas, por apresentar grande variação entre os resultados para vigas com comprimento de vão diferentes. O modelo de Vieira (2015) apresenta valores favoráveis à segurança, de modo geral, mas, observou-se que na maioria dos casos, a equação subestima a capacidade resistente da viga castelada. Quanto ao estado limite de flambagem lateral com torção, o modelo apresentado por Bezerra (2010) apresentou bons resultados, como é observado pelos erros do modelo nas vigas estudadas, conclui-se que a equação apresenta excelente concordância para as vigas casteladas em padrão Litzka.

O estudo oferece uma base de dados extensa sobre os modos de colapso e resistência apresentada pelas vigas casteladas padrão Litzka, dando bons parâmetros para o desenvolvimento de ajustes às formulações presentes na literatura para dimensionamento de vigas casteladas, de maneira que se tornem mais seguras e econômicas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), à Universidade Federal de Itajubá, *Campus Itabira*, pela estrutura disponibilizada para realizar a pesquisa e à Universidade Federal de Viçosa pelo compartilhamento do *software* ABAQUS para a modelagem numérica.

## REFERÊNCIAS

Bezerra, E. M.; Fakury, R. H.; Silva, A. L. R. C.; Caldas, R. B. *Bending moment resistance for lateral torsional buckling of castellated steel beams*, XXXIV Jornadas Sudamericanas de Ingeniería Estructural, San Juan, Argentina, 2010.

Delesques, R. *Stabilité des montants de poutres ajourées*. *Construction Métallique*. 3:26-33; 1968.

Pereira, B. G. F. H. Estudo comparativo da capacidade resistente de vigas casteladas de aço em diferentes padrões. Relatório. Universidade Federal de Itajubá. Itabira, 2016.

Silveira, E. G.; Estudo de vigas alveolares com ênfase nos modos de colapso com formação de rótulas plásticas, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.



---

Veríssimo, G. S. Paes, J. L. R.; Fakury, R. H.; Rodrigues, F. C. Estudo de vigas de aço alveolares fabricadas a partir de perfis laminados brasileiros. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2010.

Vieira, W. B; Veríssimo, G. S.; Ribeiro, J. C. L; Paes, J. L. R. Simulação numérica do comportamento estrutural de vigas casteladas de aço com ênfase na flambagem do montante de alma. Ciência e Engenharia. Vol. 24: 105-113, 2015.

Vieira, Washington Batista. Estudo numérico-experimental da flambagem do montante de alma em vigas casteladas de aço. 2015. 105 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.