

CONSTRU
METAL
2023

2 1 s e t
8 h - 21 h
allianz parque
são paulo - sp

CONTRIBUIÇÕES TECNOCIENTÍFICAS

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO/PROMOÇÃO

Francal Feiras

DESDE 1969

ANÁLISE DA FLAMBAGEM DE PERFIS DE AÇO FORMADOS A FRIO COM SEÇÃO COMPOSTA DO TIPO DUPLO ÔMEGA SOB FLEXÃO SIMPLES E COMPRESSÃO AXIAL

Tallys Gonçalves Pereira
Eduardo de Miranda Batista

Laboratório de Estruturas e Materiais, LABEST

1. INTRODUÇÃO

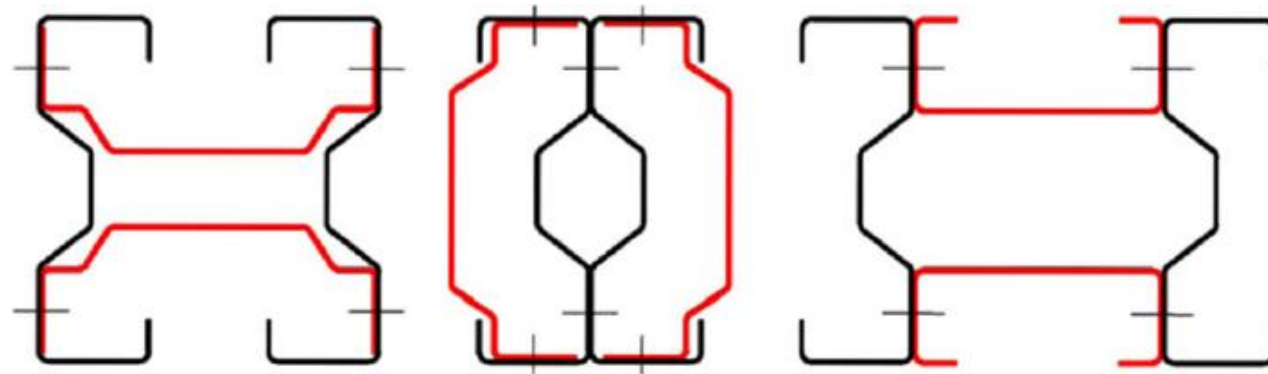
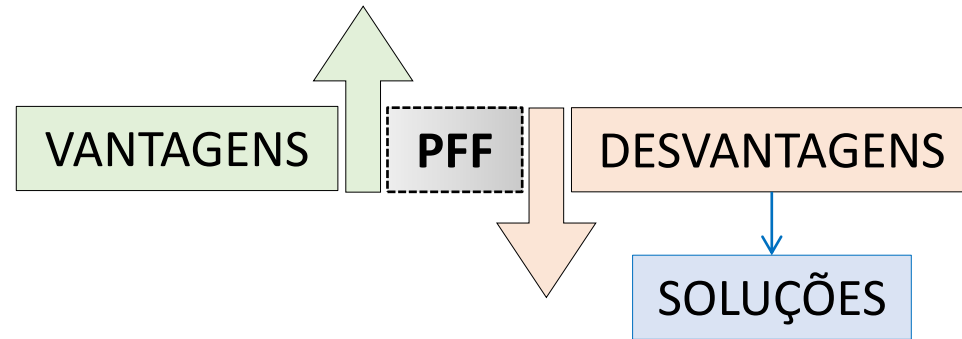


Figura 01 — Exemplos de seções compostas presentes em Georgieva *et al.*

2. SEÇÕES ÔMEGA ESTUDADAS

O ponto de partida dessa pesquisa foi uma seção transversal do tipo Ômega Simples, utilizada em estruturas aperticadas de cobertura em área de criação animal (pecuária).

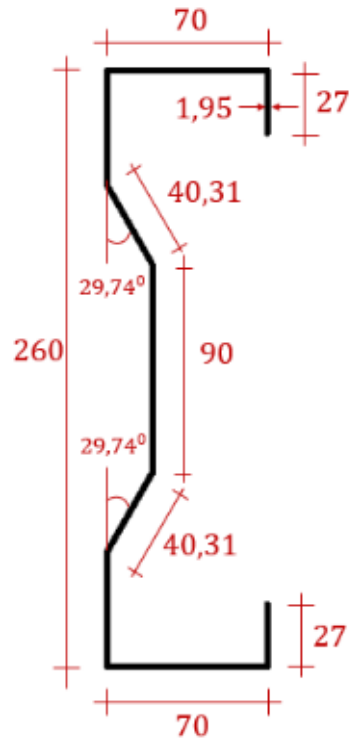


Figura 02 — Dimensões da seção Ômega.

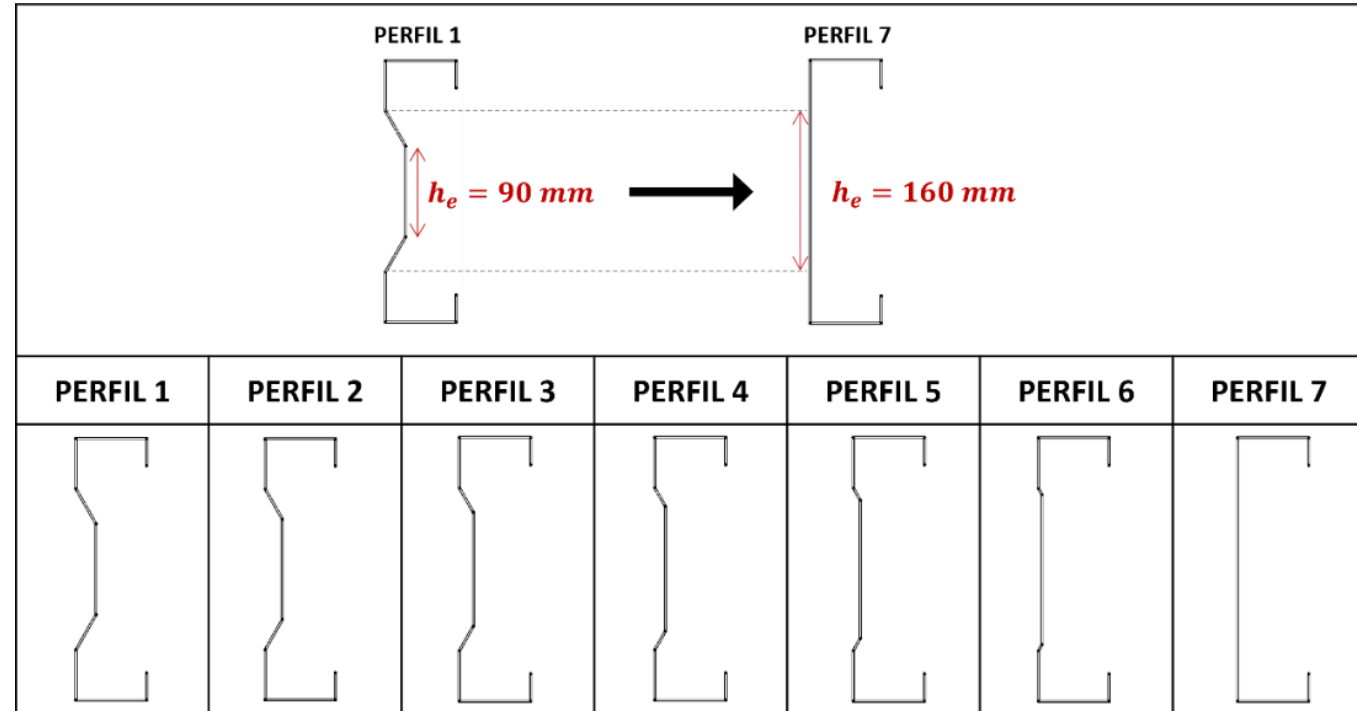


Figura 03 — Representação da variação de geometria dos perfis estudados.

2. SEÇÕES ÔMEGA ESTUDADAS

Cada perfil foi analisado sob três tipos de arranjos geométricos: Seção Isolada, Seção Fechada e Seção Semiaberta.



Figura 04 — Seção Isolada.



Figura 05 — Seção Fechada.

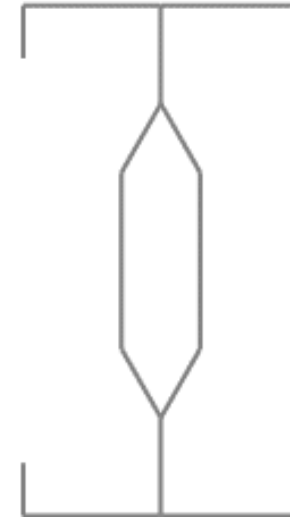


Figura 06 — Seção Semiaberta.

3.1 ANÁLISE DE FLAMBAGEM – CONDIÇÕES DE APOIO

Foi admitida a condição de extremidades simplesmente apoiadas, livres para as rotações e empenamento, tanto para a compressão axial quanto para a flexão pura.

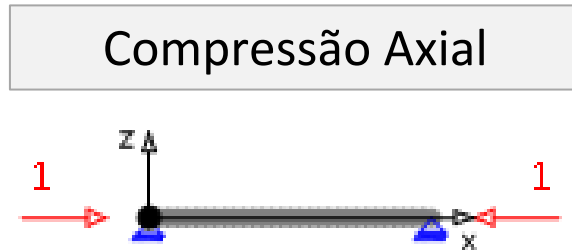


Figura 07 — Elemento estrutural de compressão axial (extraído do GBTUL).

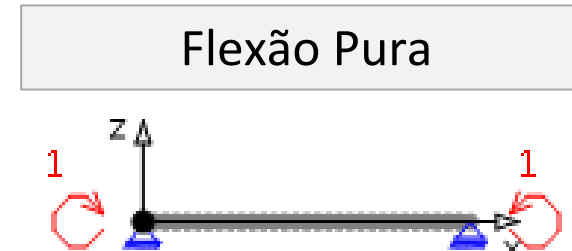


Figura 08 — Elemento estrutural de flexão pura (extraído do GBTUL).

3.2 ANÁLISE DE FLAMBAGEM – LOCAL E DISTORCIONAL

Para a obtenção das cargas críticas (força de compressão e momento fletor) foram realizadas análises numéricas em dois softwares com fundamentações teóricas distintas, o GBTUL e o CUFSM.

3.3 ANÁLISE DE FLAMBAGEM – LOCAL E DISTORCIONAL

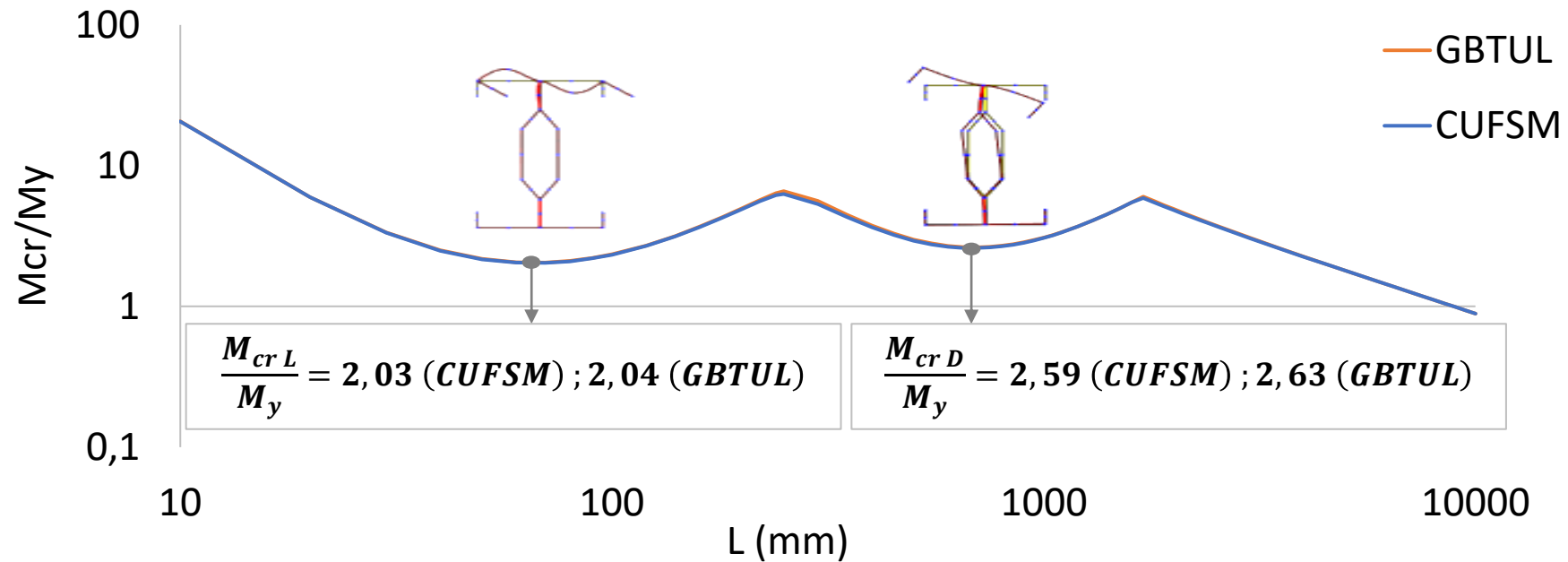


Figura 09 — Exemplo de curvas de assinatura fornecidas pelo CUFSM e GBTUL para o Perfil 1, no arranjo semiaberto, submetido à flexão pura.

Ambos os softwares conduziram a resultados equivalentes, com diferenças muito pequenas, para a ampla maioria das seções, com exceção de arranjos fechados formados por perfis sem enrijecedores intermediários submetidos à flexão, cujas diferenças foram de até 32%.

3.4 ANÁLISE DE FLAMBAGEM - GLOBAL

Força crítica de flambagem global (N_e):

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 EI_x}{(K_x L_x)^2} \quad N_{ey} = \frac{\pi^2 EI_y}{(K_y L_y)^2} \quad N_{ez} = \frac{1}{r_0^2} \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L_z)^2} + GJ \right]$$

$$N_{exz} = \frac{N_{ex} + N_{ez}}{2[1 - (x_0/r_0)^2]} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4N_{ex}N_{ez}[1 - (x_0/r_0)^2]}{(N_{ex} + N_{ez})^2}} \right]$$

Momento fletor crítico de flambagem global (M_e)

$$M_e = \frac{C_b \pi^2 EI_y}{L_b^2} \left[\sqrt{\frac{C_w}{I_y} + \left(1 + 0,039 \frac{J L_b^2}{C_w} \right)} \right]$$

3.5 ANÁLISE DE FLAMBAGEM – PROPRIEDADES TORCIONAIS

Foi observado que ambos os softwares divergem nos valores relacionados às propriedades geométricas associadas à torção (C_w, J, I_p) nas seções fechadas e semiabertas.

$$C_w = t \int_0^s \left[\int_0^s \left[\overline{\rho_B}(s) - \frac{2A_{int}}{\oint \frac{ds}{t}} \frac{1}{t(s)} \right] ds \right]^2 ds$$

$$J = \frac{st^3}{3}$$

$$I_p = \frac{4A_{int}^2}{\oint \frac{ds}{t}}$$

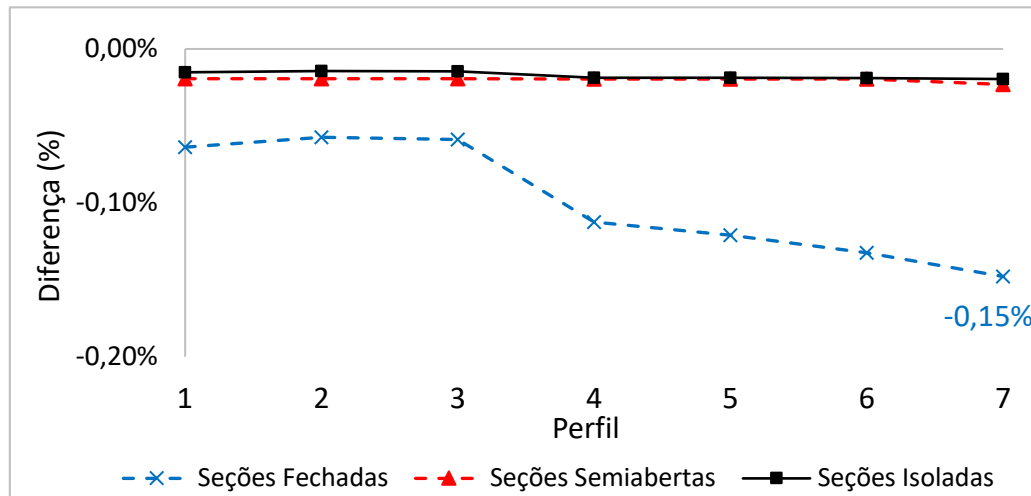


Figura 10 — Diferença percentual no cálculo de C_w numérico (GBTUL) e analítico (Murray).

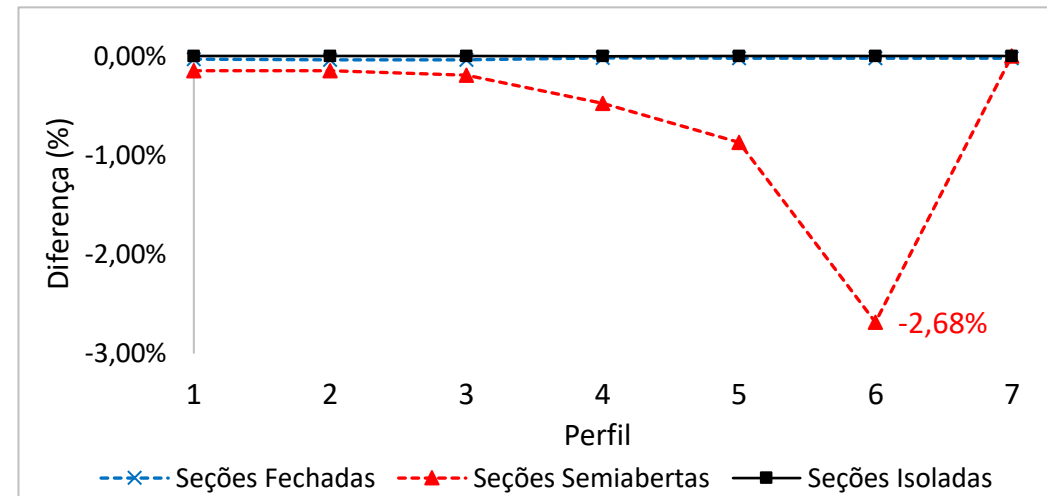


Figura 11 — Diferença percentual no cálculo de J e I_p numérico (GBTUL) e analítico (Murray).

4. RESISTÊNCIA ESTRUTURAL

Para o cálculo da resistência dos perfis selecionados, foi utilizado o Método da Resistência Direta presente na NBR 14762:2010.

Força axial de compressão resistente de cálculo:

$$N_{cRd} = \frac{\text{mínimo}(N_{cRe}, N_{cRl}, N_{cRdist})}{1,20}$$

Momento fletor resistente de cálculo:

$$M_{Rd} = \frac{\text{mínimo}(M_{Re}, M_{Rl}, M_{Rdist})}{1,10}$$

4.1 RESISTÊNCIA ESTRUTURAL – $N_{c,Rd}$

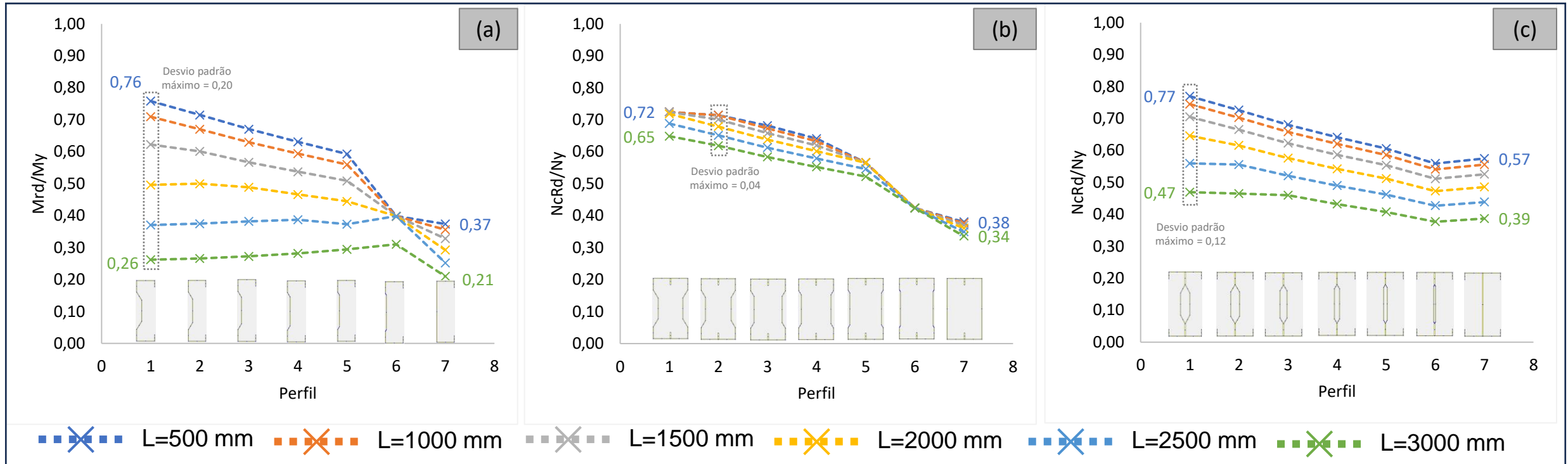


Figura 12 — Valores de $N_{c,Rd}/N_y$ para comprimentos de 500, 1000, 1500, 2000, 2500 e 3000 mm: Seções Isoladas (a), Seções Fechadas (b), Seções Semiabertas (c).

4.1 RESISTÊNCIA ESTRUTURAL – $N_{c,Rd}$

Tabela 01 — Maiores valores de $N_{c,Rd}/N_y$ em função da seção, comprimento da peça e arranjo.

PERFIL	Arranjo que conduz ao maior $N_{c,Rd}/N_y$					
	L=500 mm	L=1000 mm	L=1500 mm	L=2000 mm	L=2500 mm	L=3000 mm
1	SEMIABERTO	SEMIABERTO	FECHADO	FECHADO	FECHADO	FECHADO
2	SEMIABERTO	FECHADO	FECHADO	FECHADO	FECHADO	FECHADO
3	FECHADO	FECHADO	FECHADO	FECHADO	FECHADO	FECHADO
4	SEMIABERTO	FECHADO	FECHADO	FECHADO	FECHADO	FECHADO
5	SEMIABERTO	SEMIABERTO	FECHADO	FECHADO	FECHADO	FECHADO
6	SEMIABERTO	SEMIABERTO	SEMIABERTO	SEMIABERTO	SEMIABERTO	FECHADO
7	SEMIABERTO	SEMIABERTO	SEMIABERTO	SEMIABERTO	SEMIABERTO	SEMIABERTO

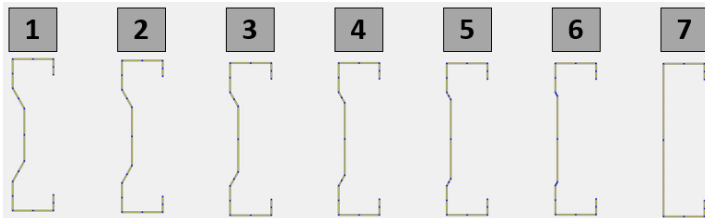


Figura 13 — Seções Isoladas.

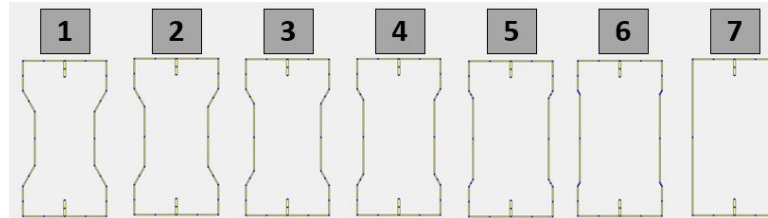


Figura 14 — Seções Fechadas.

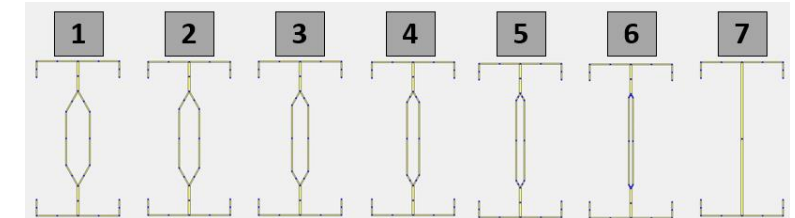


Figura 15 — Seções Semiabertas.

4.2 RESISTÊNCIA ESTRUTURAL – M_{Rd}

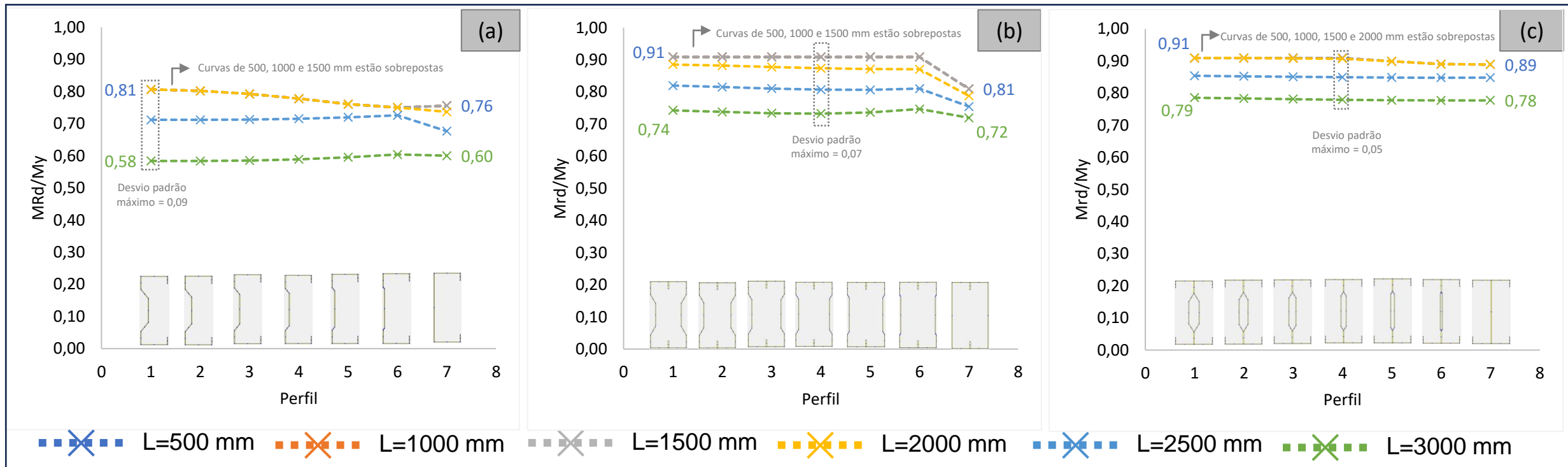


Figura 16 — Valores de M_{Rd}/M_y para comprimentos de 500, 1000, 1500, 2000, 2500 e 3000 mm: Seções Isoladas (a), Seções Fechadas (b), Seções Semiabertas (c).

4.2 RESISTÊNCIA ESTRUTURAL – M_{Rd}

Tabela 02 — Maiores valores de M_{Rd}/M_y em função da seção, comprimento da peça e arranjo.

PERFIL	Arranjo que conduz ao maior M_{Rd}/M_y					
	L=500 mm	L=1000 mm	L=1500 mm	L=2000 mm	L=2500 mm	L=3000 mm
1	INDIFERENTE	INDIFERENTE	INDIFERENTE	SEMIABERTA	SEMIABERTA	SEMIABERTA
2	INDIFERENTE	INDIFERENTE	INDIFERENTE	SEMIABERTA	SEMIABERTA	SEMIABERTA
3	INDIFERENTE	INDIFERENTE	INDIFERENTE	SEMIABERTA	SEMIABERTA	SEMIABERTA
4	INDIFERENTE	INDIFERENTE	INDIFERENTE	SEMIABERTA	SEMIABERTA	SEMIABERTA
5	FECHADA	FECHADA	FECHADA	SEMIABERTA	SEMIABERTA	SEMIABERTA
6	FECHADA	FECHADA	FECHADA	SEMIABERTA	SEMIABERTA	SEMIABERTA
7	SEMIABERTA	SEMIABERTA	SEMIABERTA	SEMIABERTA	SEMIABERTA	SEMIABERTA

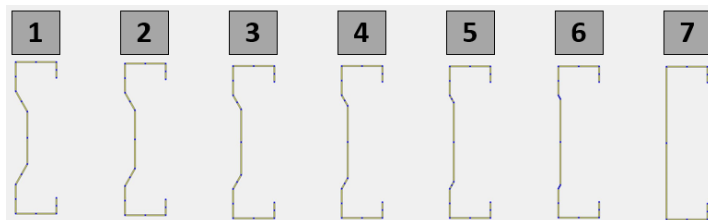


Figura 13 — Seções Isoladas.

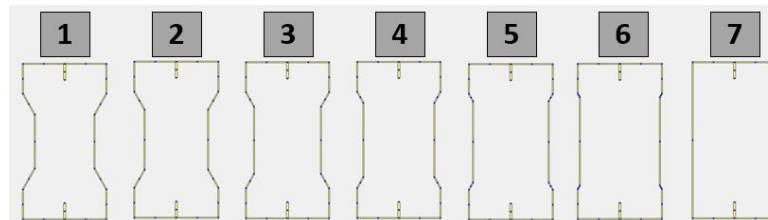


Figura 14 — Seções Fechadas.

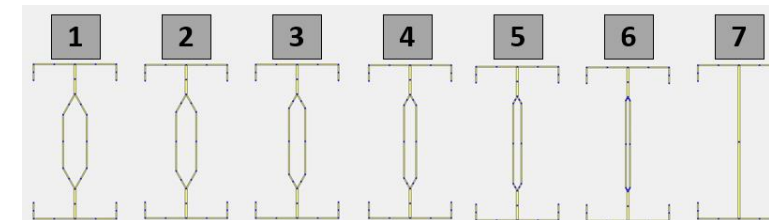


Figura 15 — Seções Semiabertas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As seções compostas aprimoram significativamente o desempenho estrutural dos PFF's, com aumento da sua resistência (relativa) em comparação com as seções simples, em especial na compressão axial.
- Na compressão axial, foi percebido que seções Ômega são mais resistentes quando dispostas em arranjos fechados (para a maioria dos comprimentos analisados), enquanto seções U enrijecido fornecem maiores resistências quando estão associados de maneira semiaberta (para todos os comprimentos analisados).
- Na flexão pura, para alguns casos, a comparação entre arranjos fechados e semiabertos se mostrou indiferente. Em poucos casos foi percebida superioridade da seção fechada, enquanto na ampla maioria dos resultados a seção semiaberta se-mostrou mais resistente.
- De modo geral, conforme aumenta o comprimento da peça, na compressão axial, a seção fechada prevalece, enquanto na flexão pura a seção semiaberta prevalece.

6 AGRADECIMENTOS

Ao apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, ao Laboratório de Estruturas e Materiais Fernando L. L. B. Carneiro (LABEST) e, em especial, ao Professor Eduardo de Miranda Batista por todo suporte e orientação durante a pesquisa.

CONSTRU METAL 2023

2 1 s e t

8 h - 21 h

allianz parque

são paulo - sp



@congressoconstrumetal
congressoconstrumetal.com.br

REALIZACIÓN



ORGANIZACIÓN/PROMOCIÓN

Franca! Feiras DESDE 1963