

**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 Teórica e Experimental de Terças Z com Alma Enrijecida com Transpasse

Créditos: Francisco Tiago da Silva Sales, Ana Luísa de Lima, Luís Augusto Conte Mendes Veloso, José Humberto Matias de Paula, Lenildo Santos da Silva, Guilherme Santana Alencar

Universidade de Brasília - UnB

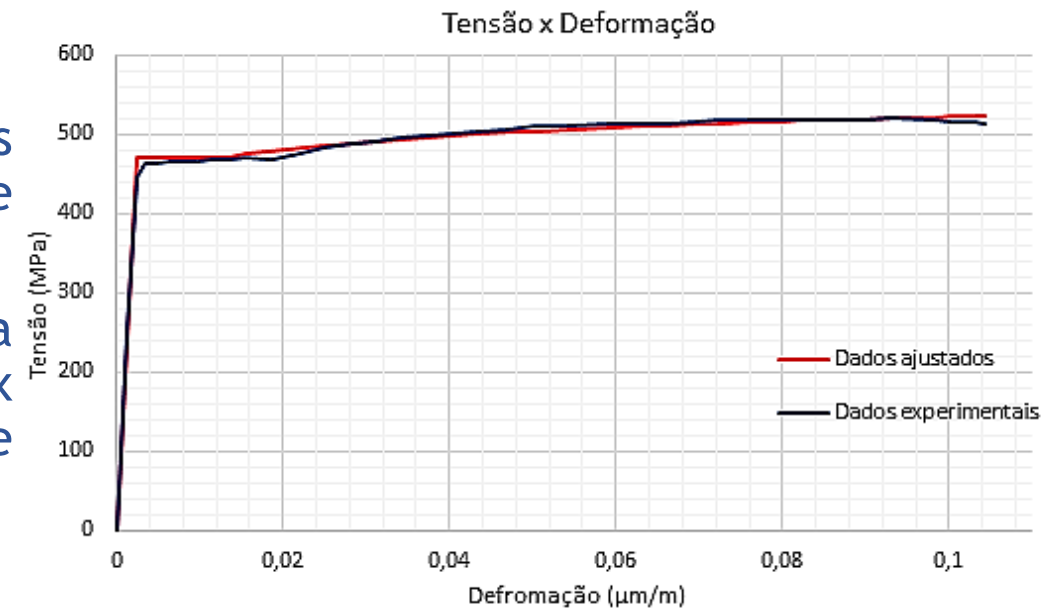
2. OBJETIVOS

Comparar os resultados experimentais de momento resistente até a primeira instabilidade com os obtidos através do MRD do perfil Z com alma enrijecida submetida à flexão simples.



3. ENSAIO À TRAÇÃO DO AÇO

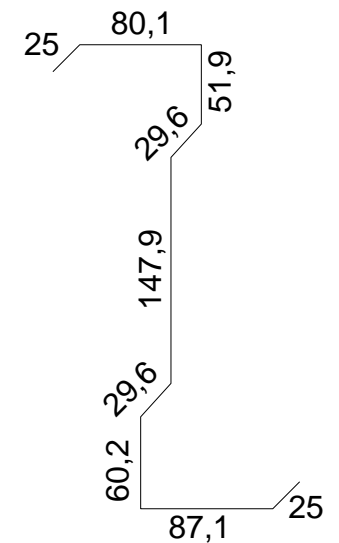
- O ensaio de tração foi realizado seguindo os padrões da ASTM A370 de provetes extraídos da terça Z de alma enrijecida de aço ZAR - 400.
- Dos dados experimentais, foi ajustada uma curva com três fases bem definidos do diagrama Tensão x Deformação (fase elástica, patamar de escoamento e encruamento).
- $E = 194 \text{ GPa}$ $f_y = 470 \text{ MPa}$



4. MODELO DE ENSAIO - PARTE EXPERIMENTAL

Definições:

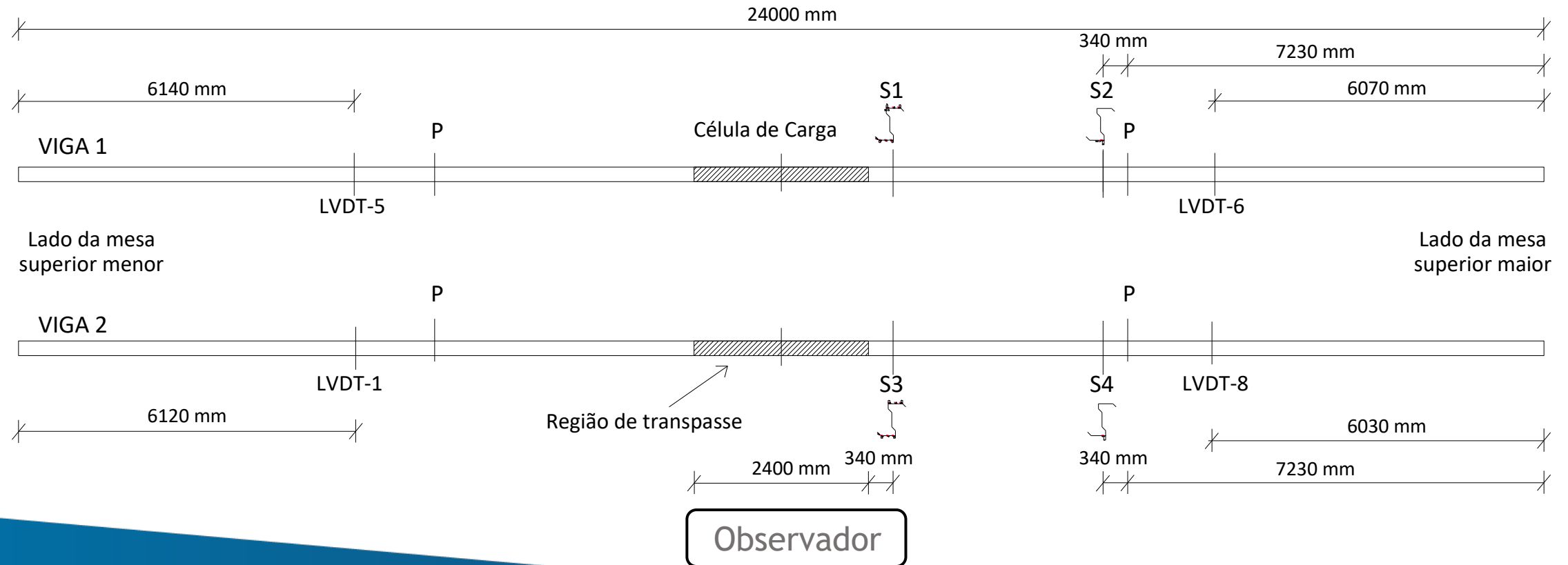
- Ensaio realizado aos pares e com contraventamento;
- Nas regiões de apoio, transpasse e nos pontos de posicionamento das transversinas, os parafusos foram inseridos apenas na alma plana;
- Experiência de ensaios anteriores;
- Instrumentação realizada como descrito no modelo de ensaio da parte experimental.



4. MODELO DE ENSAIO - PARTE EXPERIMENTAL

Definições:

- 4 réguas potenciométricas (LVDT) e 4 extensômetros.



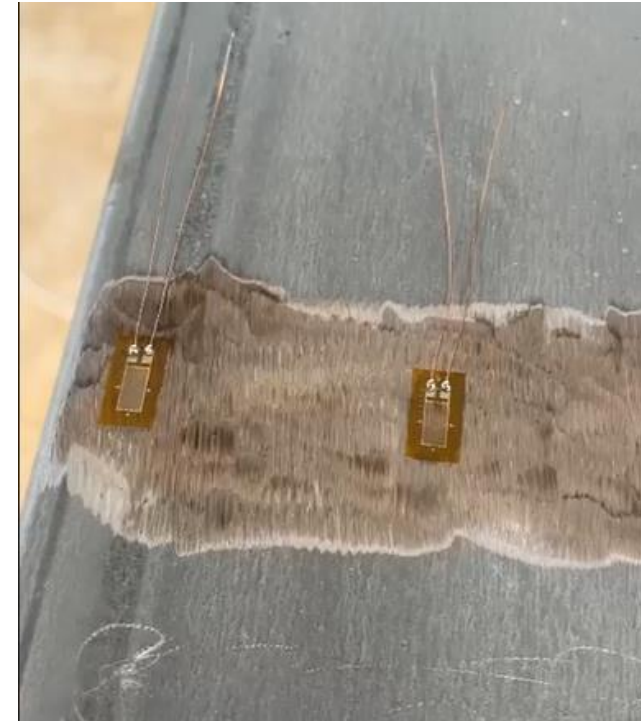
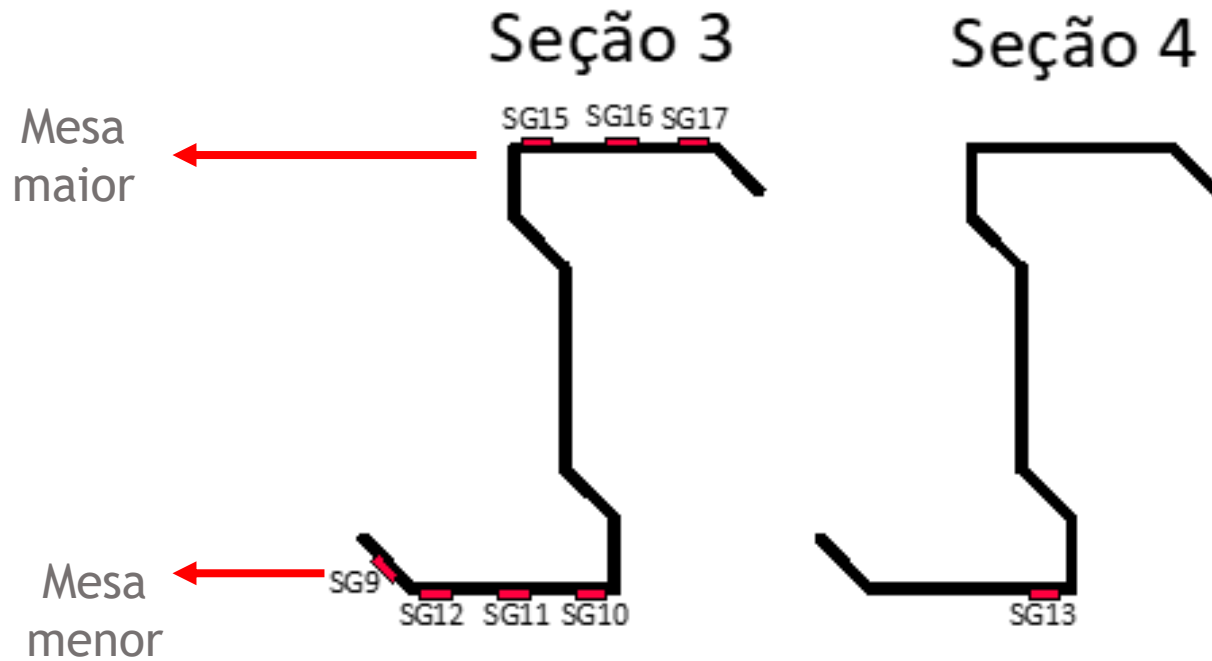
4. MODELO DE ENSAIO - PARTE EXPERIMENTAL



4. MODELO DE ENSAIO - PARTE EXPERIMENTAL

Definições:

- Detalhamento dos Strain Gages nas seções instrumentadas.



4. MODELO DE ENSAIO - PARTE EXPERIMENTAL

Etapas:

1º) Aplicação de peso próprio: posicionamento dos perfis laminados sobre a terça, medição de deformações até a estabilização das mesmas;

2º) Aplicação de força gradativa pela célula de carga até identificação da primeira falha;

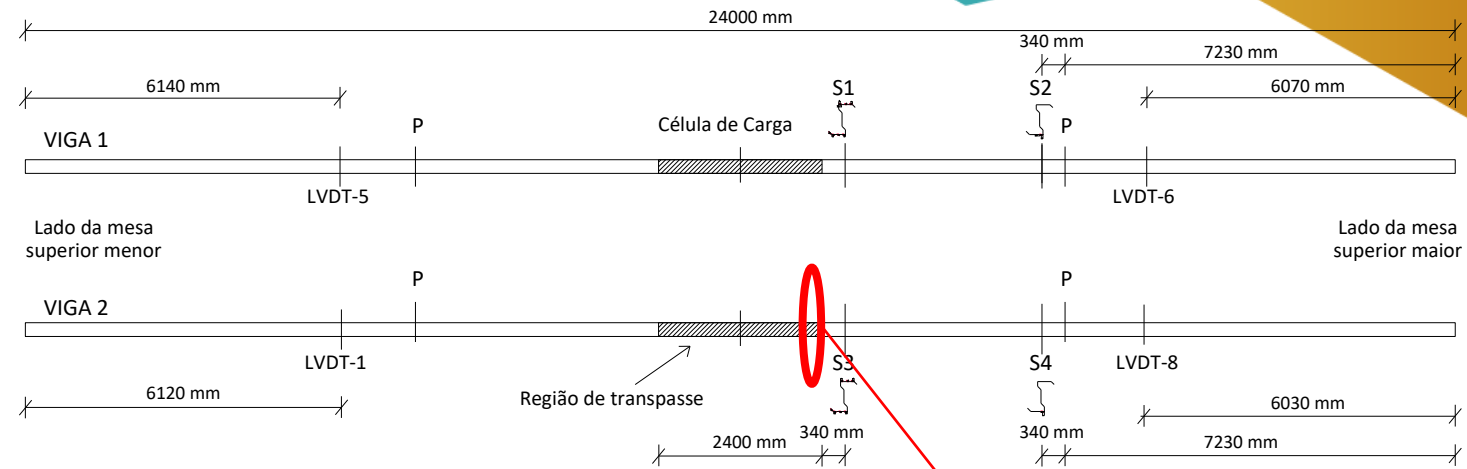
3º) Aplicação de força irrestrita para observação das demais falhas no sistema, até completa desconfiguração das terças.



4. MODELO DE ENSAIO - PARTE EXPERIMENTAL

Etapas:

- 1º) Aplicação de peso próprio: posicionamento dos perfis laminados sobre a terça, medição de deformações até a estabilização das mesmas;
- 2º) Aplicação de força gradativa pela célula de carga até identificação da primeira falha;
- 3º) Aplicação de força irrestrita para observação das demais falhas no sistema, até completa desconfiguração das terças.



Seção de falha (interesse)

4. MODELO DE ENSAIO - PARTE EXPERIMENTAL

Etapas:

1º) Aplicação de peso próprio: posicionamento dos perfis laminados sobre a terça, medição de deformações até a estabilização das mesmas;

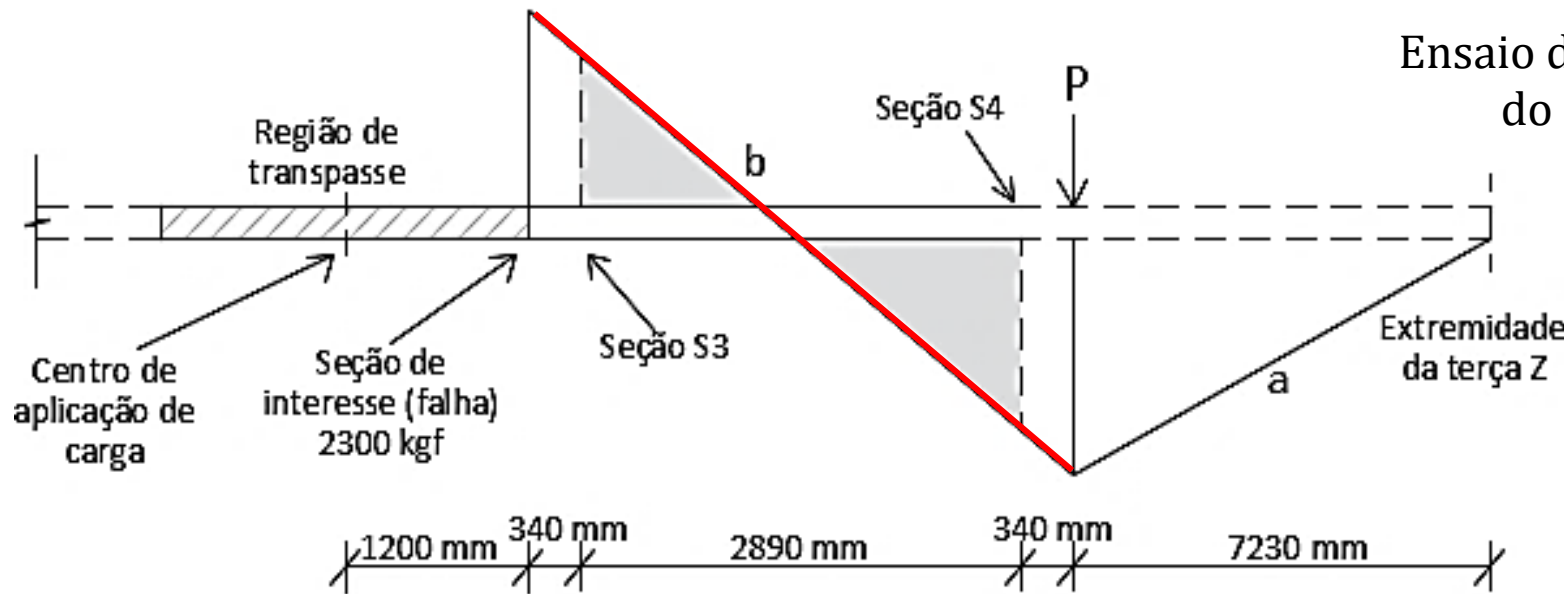
2º) Aplicação de força gradativa pela célula de carga até identificação da primeira falha;

3º) Aplicação de força irrestrita para observação das demais falhas no sistema, até completa desconfiguração das terças.



4. MODELO DE ENSAIO - PARTE EXPERIMENTAL

- Cálculos:



Ensaio de tração do aço

$$E \cdot \varepsilon = \sigma$$



Medição dos SG

$$\sigma \cdot W = M$$



Obtido no CUFSM

5. RESULTADOS - PARTE EXPERIMENTAL

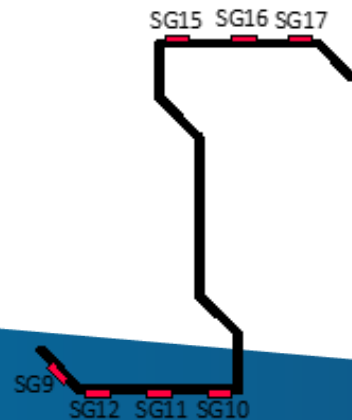
$A = 10.1918$ $x_{cg} = 2.0847$ $l_{xx} = 1391.1811$ $l_{xz} = -140.8644$ $I_{11} = 1406.3024$	$J = 0.12264$ $z_{cg} = 14.9965$ $l_{zz} = 94.0565$ $\theta = 6.127$ $I_{22} = 78.9353$	
<p>Open Section Properties</p> $X_s = 1.8949$ $Z_s = 13.3708$ $C_w = 26403.6622$ $\beta_1 = 3.3402$ <input type="text" value="Basic Plot"/> ω scale <input type="text" value="1"/> $\beta_2 = 2.7134$ <input type="text" value="warping text out"/>		

Propriedades extraídas do software
CUFSM.

5. RESULTADOS - PARTE EXPERIMENTAL

Parcela	CG 50t	SG15	SG13	E	σ inf	σ sup	Wx inf	Wx sup	Mx S4	Mx S3	Mx seção falha
	kgf	$\mu\text{m/m}$	$\mu\text{m/m}$	N/m^2	N/m^2	N/m^2	cm^3	cm^3	Kgf.m	Kgf.m	Kgf.m
carga de falha	2304,33	4,52E+02	5,23E+02	2,04E+11	9,24E+07	1,07E+08	92,77	90,52	856,91	967,81	1182,48
peso próprio	1200,00	1,80E+02	2,00E+02	2,04E+11	3,68E+07	4,09E+07			341,15	369,87	453,53
TOTAL (kgf.m)									1198,06	1337,68	1636,00
TOTAL (kN.m)									11,98	13,38	16,36

Seção 3



Seção 4

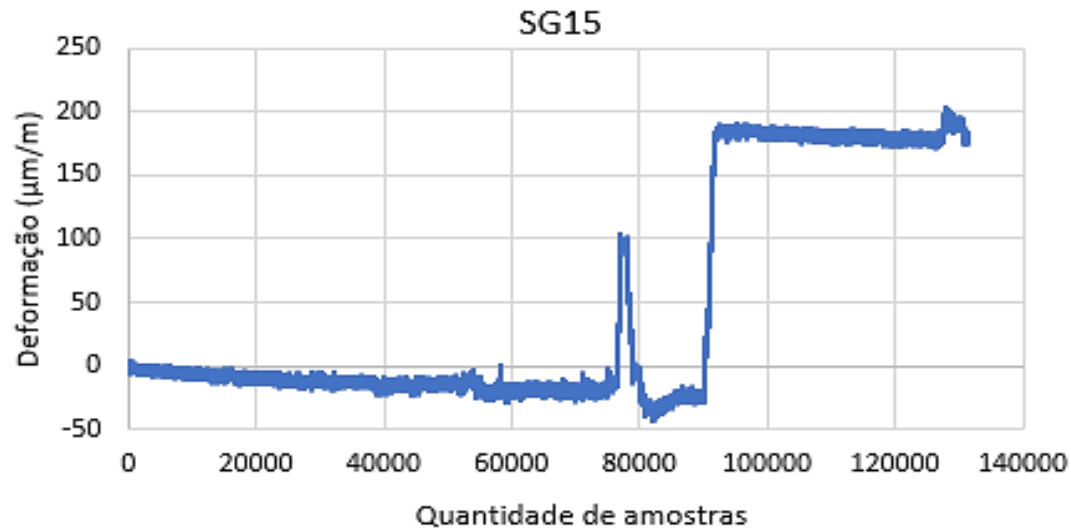


Momento solicitante na seção de interesse em torno do eixo x:
 $M_{xSK} = 16,36 \text{ kN.m}$

5. RESULTADOS - PARTE EXPERIMENTAL

1ª Etapa:

Carga PP = 1200 kgf



2ª Etapa:

Carga falha = 2300 kgf

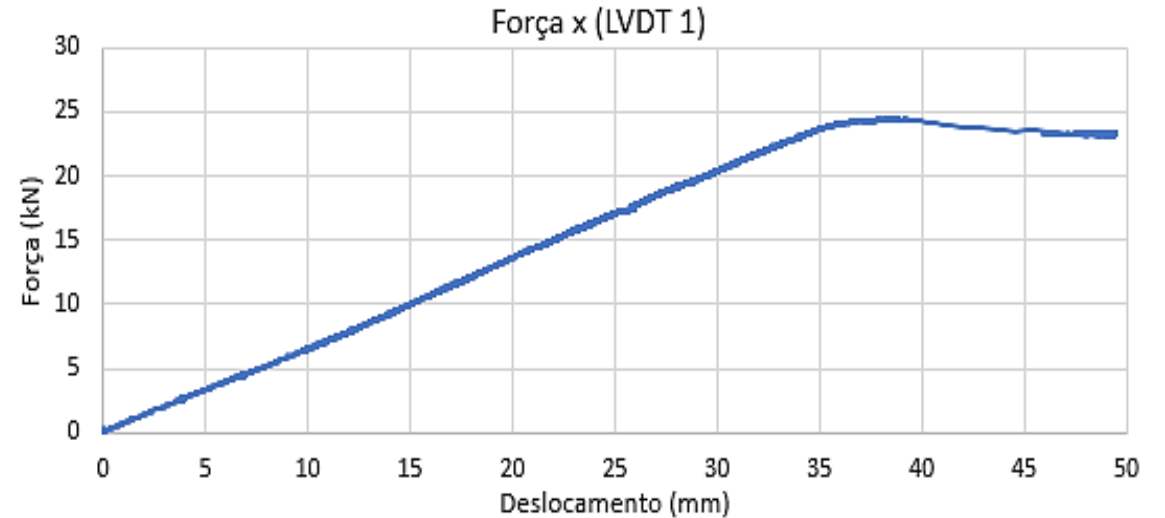


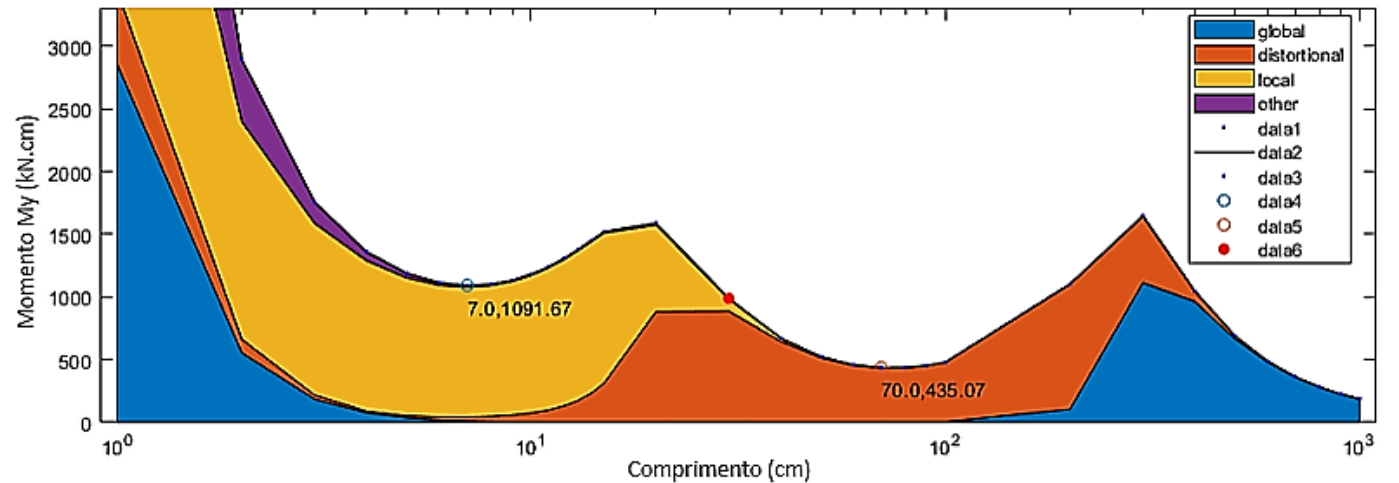
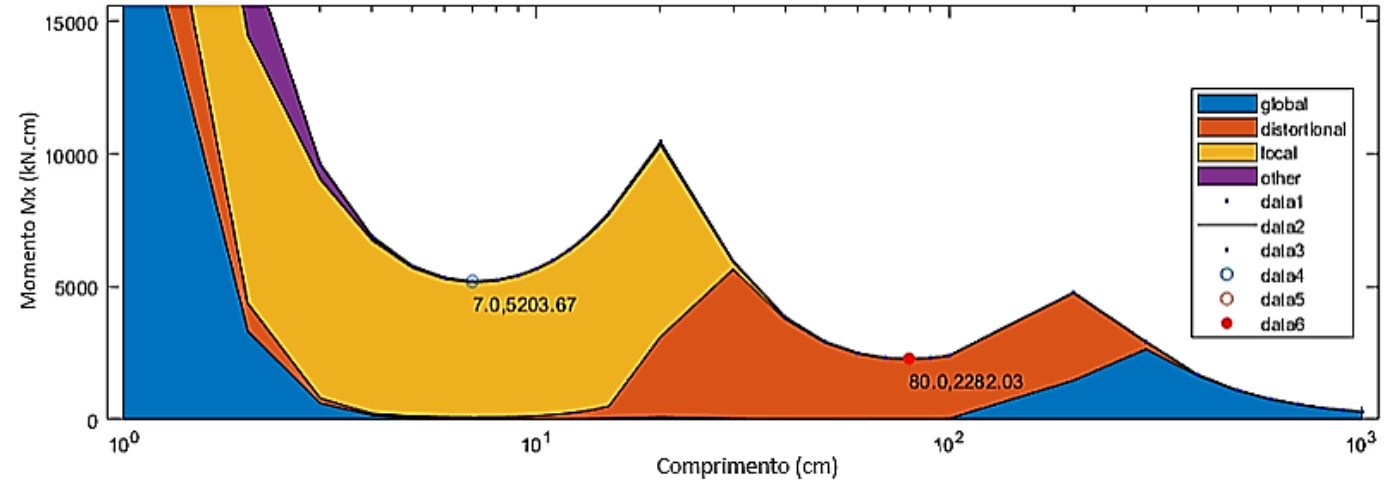
Gráfico Força x Deslocamento no LVDT 1 para aplicação de força pela célula de carga.

Gráfico Deformação x Quantidade de amostras no extensômetro SG15 para aplicação de peso próprio.

5. RESULTADOS - PARTE EXPERIMENTAL

Método da Resistência Direta (CUFSM):

- Aplicação de momentos fletores unitários em torno dos eixos retangulares de inércia da seção Z com alma enrijecida;
- Extração de $M_{x\text{dist}}$ e $M_{y\text{dist}}$ da curva de assinatura elástica.



5. RESULTADOS - PARTE EXPERIMENTAL

Método da Resistência Direta:

- Assinatura elástica;
- Calculados M_{xRdist} e M_{yRdist} pela NBR 14762.

Momento resistente característico em x		
f_y	46	kN/cm ²
M_{dist}	2282	kN.cm
λ_{dist}	1,35	> 0,673
M_{rdist}	2581	kN.cm
	25,81	kgf.m

Momento resistente característico em y		
f_y	46	kN/cm ²
M_{dist}	435,07	kN.cm
λ_{dist}	1,08	> 0,673
M_{rdist}	375,5	kN.cm
	3,75	kgf.m

Momentos resistentes teóricos em torno dos eixos x e y:

$$M_{xRK} = 25,81 \text{ kN.m}$$

$$M_{yRK} = 3,75 \text{ kN.m}$$

6. RESULTADOS - PARTE TEÓRICA

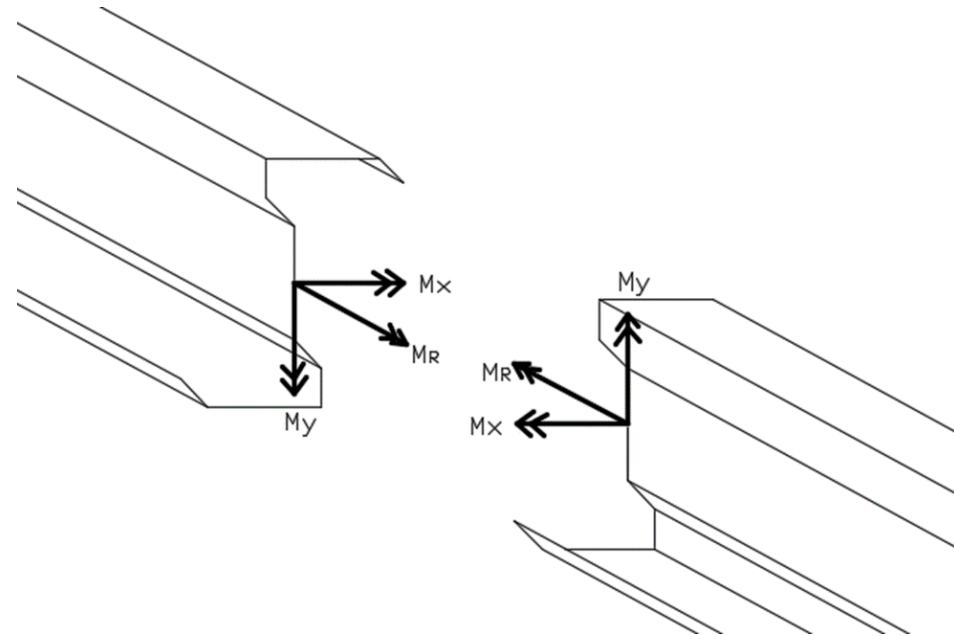
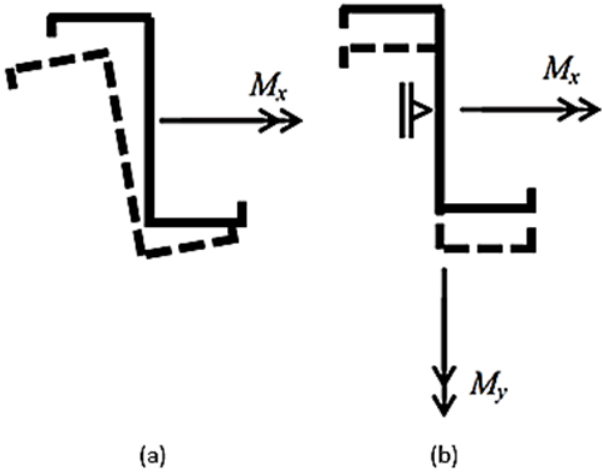
- Cálculo do momento em torno do eixo y, segundo Trahair (2018):

$$M_{ySk} = -\frac{I_{xy}}{I_x} \cdot M_{xSk}$$

$$M_{ySk} = -\frac{140,86}{1391} \cdot 16,36 = -1,65 \text{ kN.m}$$

Momento solicitante na
seção de interesse em
torno do eixo x:

$$M_{ySk} = 1,65 \text{ kN.m}$$



6. RESULTADOS - PARTE TEÓRICA

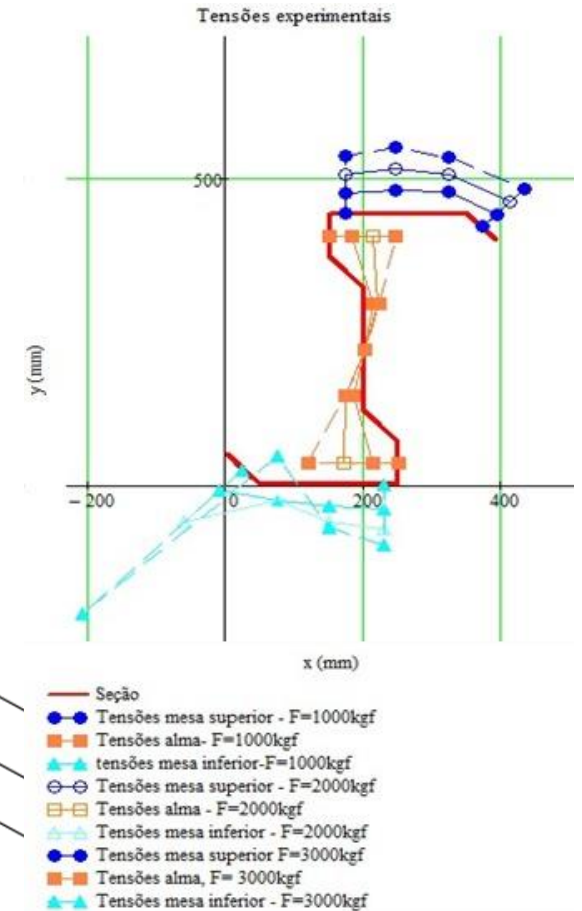
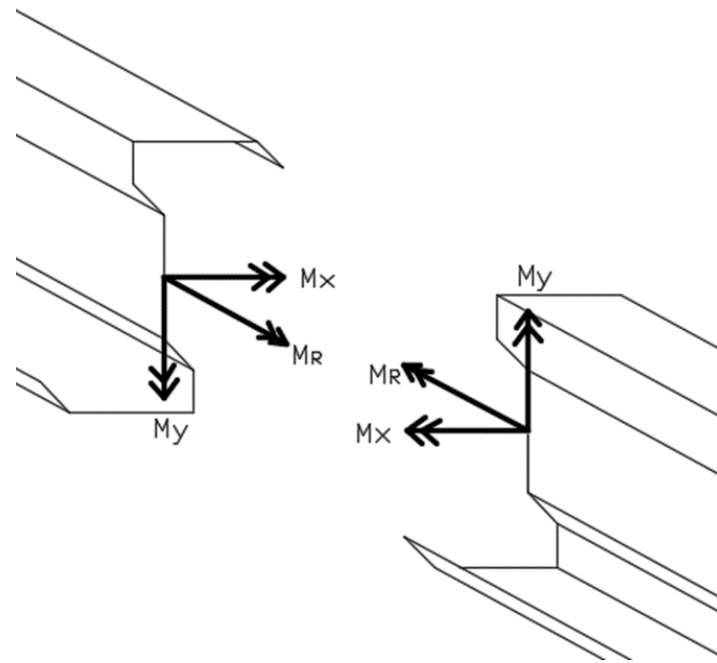
- Cálculo da equação de interação da flexão composta segundo ABNT NBR 14762:

$$\frac{M_{xSk}}{M_{xRk}} + \frac{M_{ySk}}{M_{yRk}} \leq 1$$

$$\frac{16,36}{25,81} + \frac{1,65}{3,75} = 1,07$$

OBS:

- 1) Valores característicos;
- 2) Descartada a existência de esforço normal.



9. CONCLUSÕES

Confirmação do momento em torno de y para o desempenho do perfil, para as condições do ensaio.

Resultado da equação = 1,07: satisfatório para as incertezas de um ensaio em grande escala e traduz que a peça resistiu 7% a mais que o valor característico de norma.

Valores de resistência em torno do eixo x muito próximos para os três métodos.

	MRD
M_{xR} (kN.m)	25,81

Indica razoabilidade da utilização do MRD a nível de dimensionamento.

CONSTRU METAL 2023

2 1 s e t

8 h - 21 h

allianz parque

são paulo - sp



@congressoconstrumetal
congressoconstrumetal.com.br

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO/PROMOCIÓN

Franca! Feiras DESDE 1969