

**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

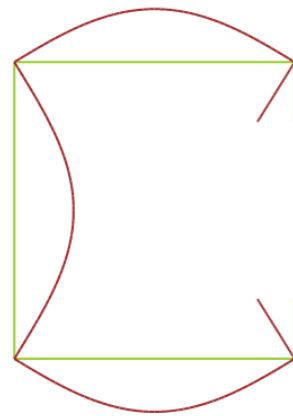
# ANÁLISE DA RELEVÂNCIA DO MODO DE FLAMBAGEM LOCAL-DISTORCIONAL NO DIMENSIONAMENTO NA COMPRESSÃO AXIAL DE PERFIS DE AÇO FORMADOS A FRIO

Rafael Vieira de Oliveira  
Eduardo de Miranda Batista

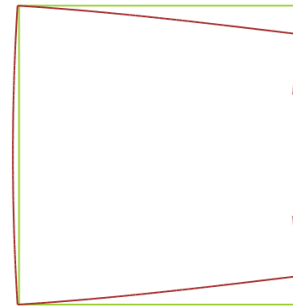
Laboratório de Estruturas e Materiais, LABEST

# Introdução

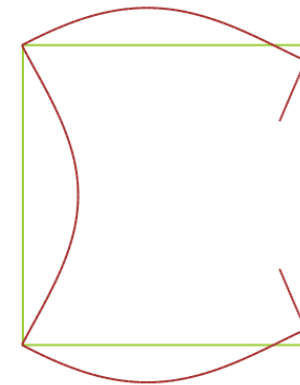
Interação  
Local  
Distorcional



Modo L



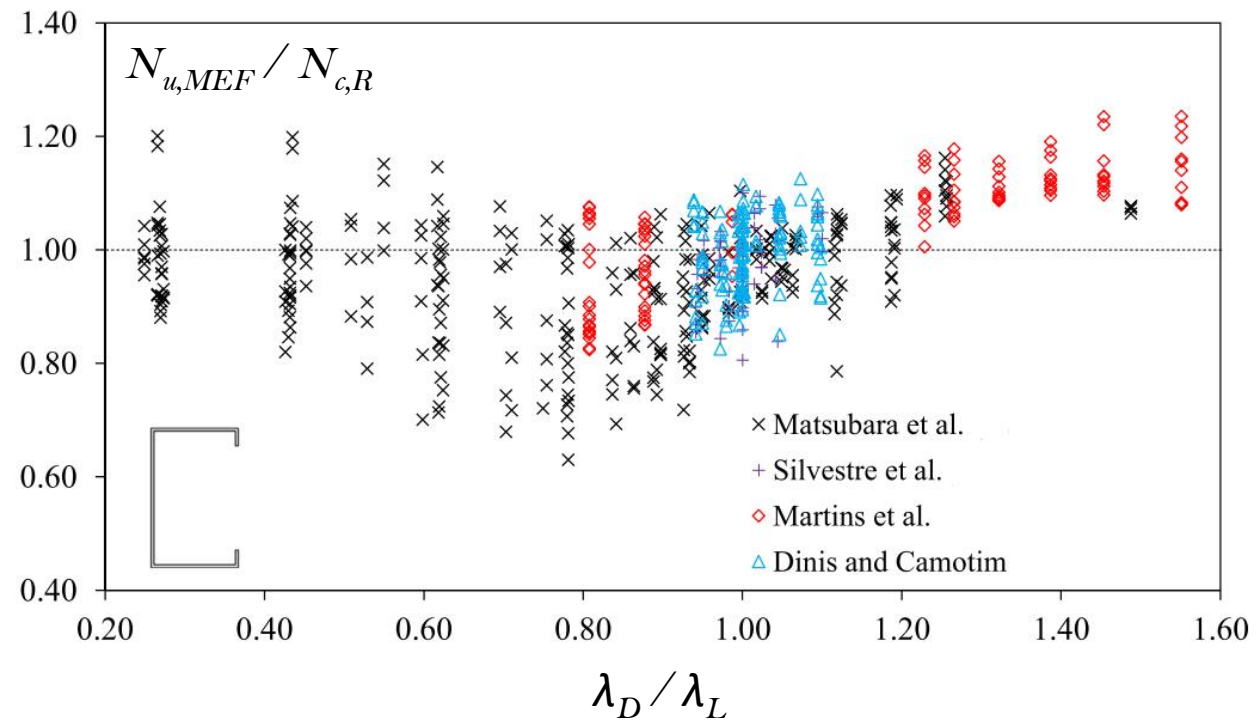
Modo D



Modo LD

# Introdução

Influência da interação LD nos PFF



# Introdução

Norma atual de dimensionamento de PFF

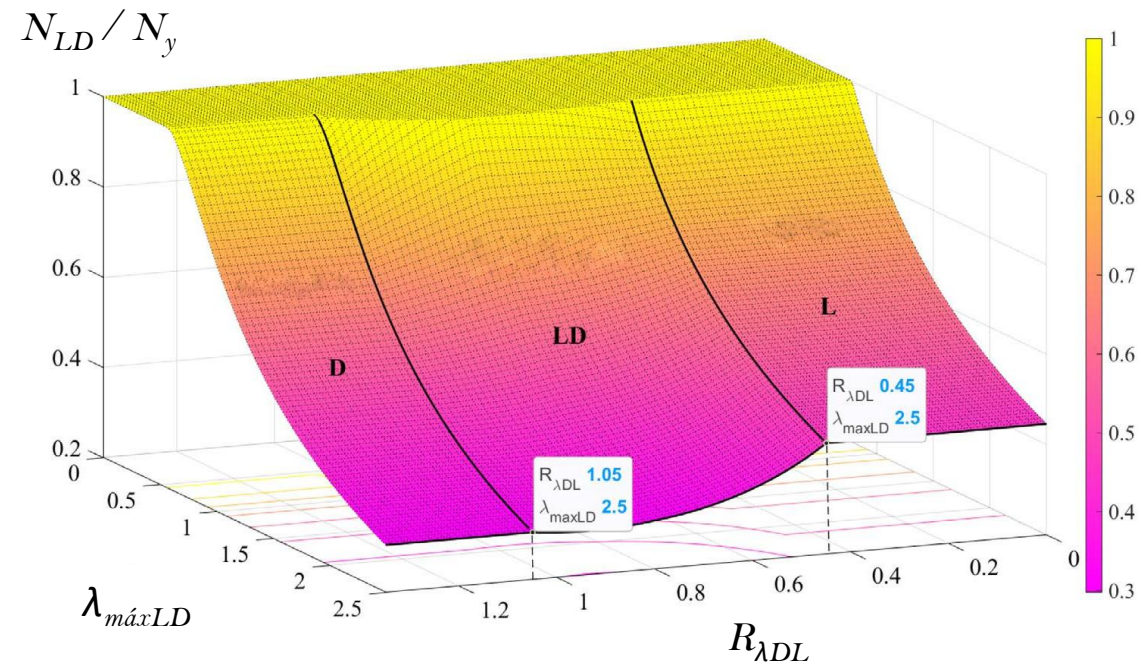
NBR 14762:2010

Modo L	Modo G
Modo D	Modo LG

Modo LD

# Proposta do grupo de pesquisa para considerar o modo LD

Superfície de resistência baseada no MRD



# Proposta do grupo de pesquisa para considerar o modo LD

Superfície de  
resistência  
baseada no MRD

$$N_{c,LD} = \left(1 - \frac{A}{\lambda_{máxLD}^B}\right) \frac{S_n N_y}{\lambda_{máxLD}^B} \quad \text{com } N_{c,LD} \leq N_y$$

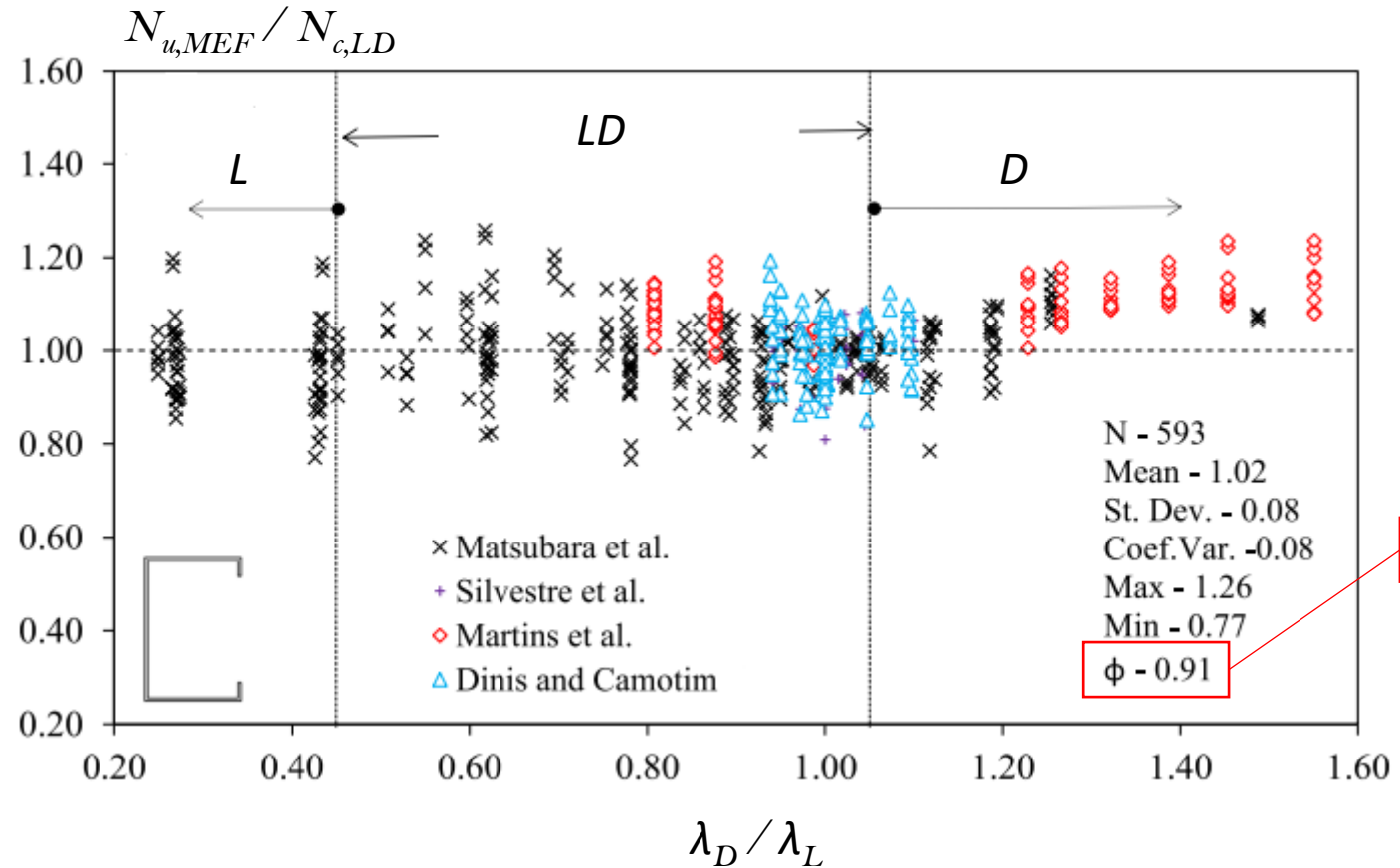
$$\lambda_{máxLD} = \text{máx}(\lambda_L; \lambda_D)$$

$$A = \begin{cases} 0,15, & R_{\lambda DL} < 0,80 \\ 0,4R_{\lambda DL} - 0,17, & 0,80 \leq R_{\lambda DL} \leq 1,05 \\ 0,25, & R_{\lambda DL} > 1,05 \end{cases}$$

$$B = \begin{cases} 0,80, & R_{\lambda DL} < 0,45 \\ -2,26R_{\lambda DL}^2 + 4,06R_{\lambda DL} - 0,57, & 0,45 \leq R_{\lambda DL} \leq 1,05 \\ 1,20, & R_{\lambda DL} > 1,05 \end{cases}$$

# Proposta do grupo de pesquisa para considerar o modo LD

Confiabilidade do método pelo LRFD



$\gamma = 1,1 < 1,2$

# Análise de confiabilidade e praticidade da proposta para o caso prático de projeto

Análise de perfis de seção  $U_e$  usuais

Seleção de seções  $U_e$  – NBR 6255:2012

Definição do material e comprimento -

$$\left\{ \begin{array}{l} f_y = 345 \text{MPa}; E = 200 \text{GPa}; \nu = 0,3 \\ L: \lambda_G / \lambda_{\text{máxLD}} \approx 0,4 \end{array} \right.$$

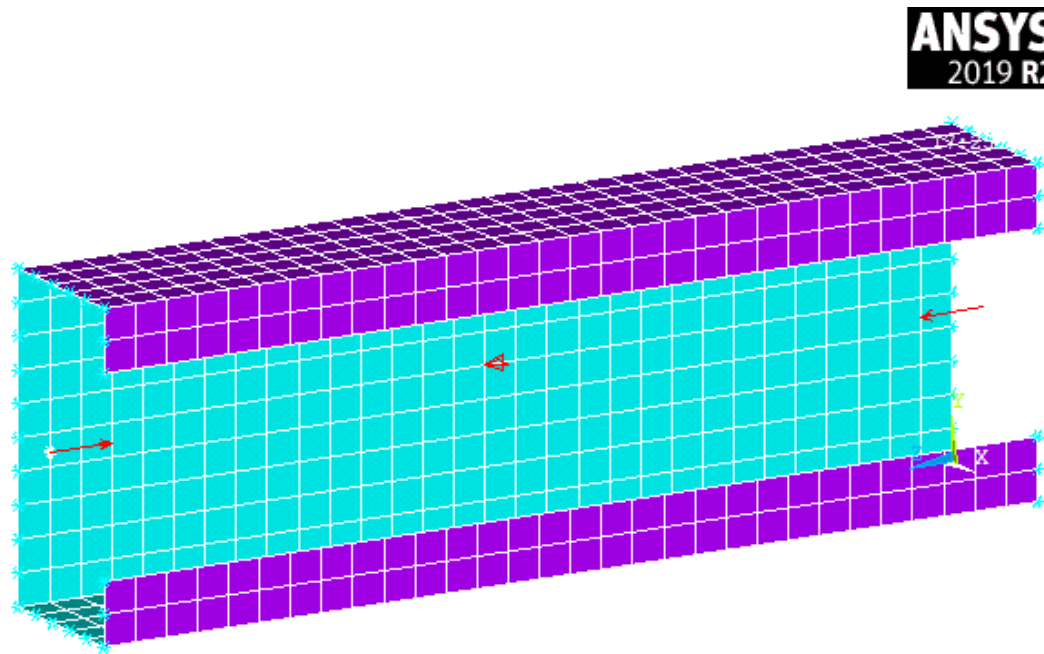
Cálculo de  $N_{\text{CR}}$  pelo MRD - NBR 14762:2010

Cálculo de  $N_{\text{CR}}^*$  pelo método baseado no MRD

Obtenção de  $N_u$  para comparação através do MEF - ANSYS

# Análise de confiabilidade e praticidade da proposta para o caso prático de projeto

Critérios da análise numérica no ANSYS



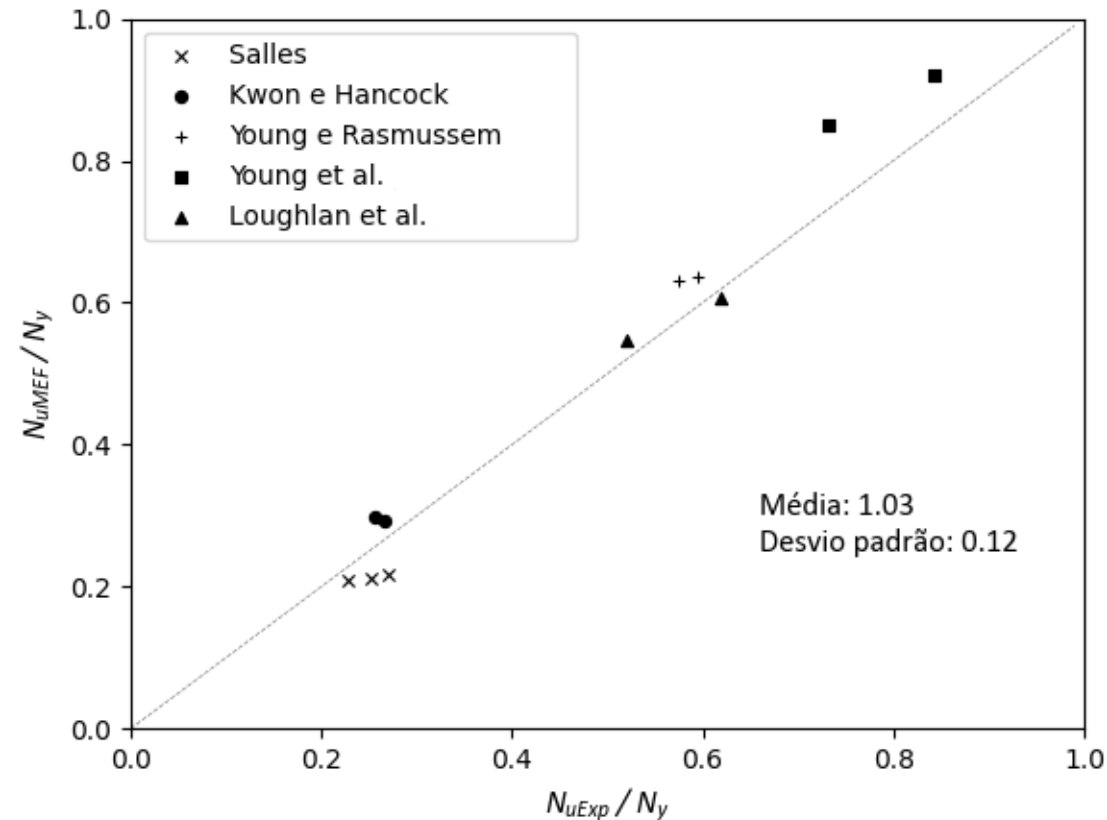
**Modelagem do material**  
Modelo bi linear isotrópico

**Imperfeições geométricas**  
Primeiro modo de flambagem (L ou D) com amplitude máxima de 10% da espessura da chapa ( $0,1t$ ).

**Simplificações**  
Tensões residuais não consideradas e cantos adotados como retos.

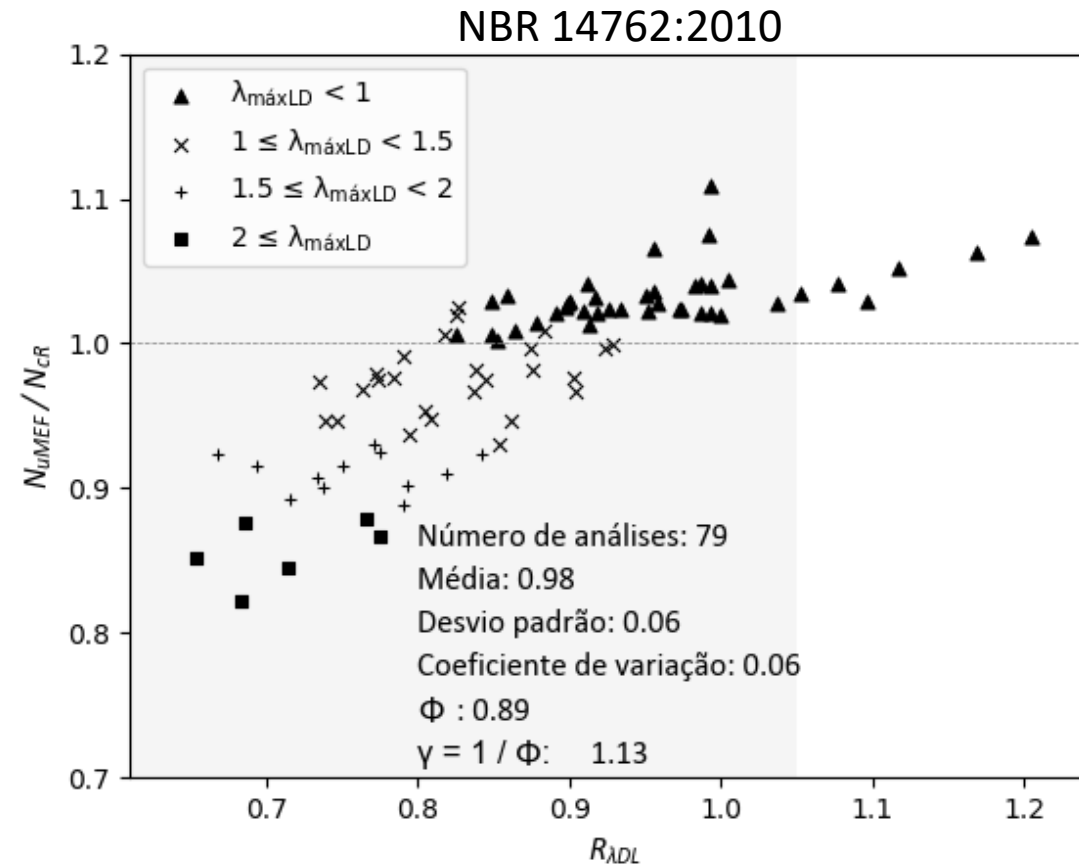
# Análise de confiabilidade e praticidade da proposta para o caso prático de projeto

Validação do modelo numérico do ANSYS



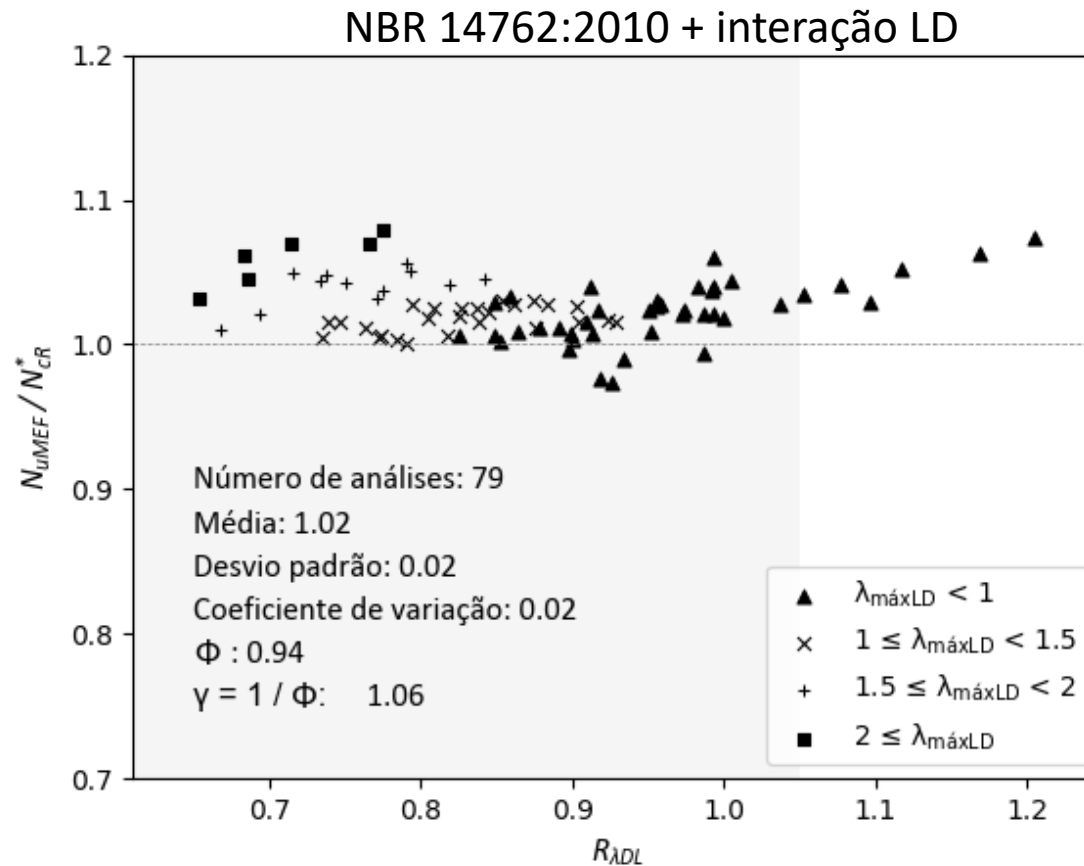
# Análise de confiabilidade e praticidade da proposta para o caso prático de projeto

Resultados de confiabilidade pelo método LRFD



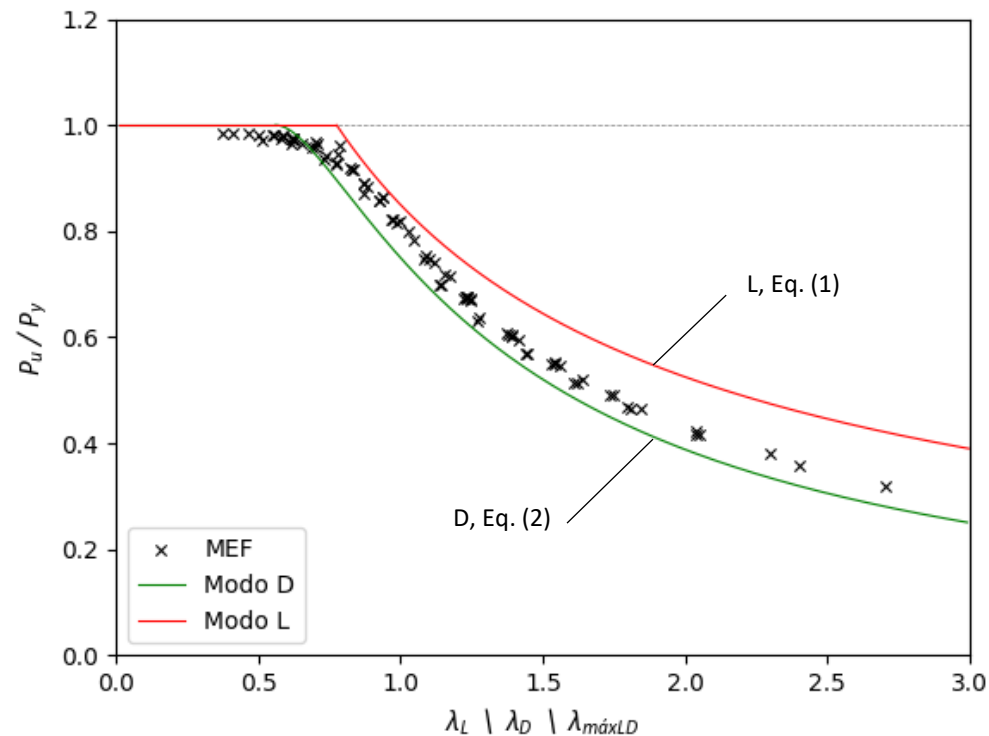
# Análise de confiabilidade e praticidade da proposta para o caso prático de projeto

Resultados de confiabilidade pelo método LRFD



# Análise de confiabilidade e praticidade da proposta para o caso prático de projeto

Distribuição dos resultados numéricos entre as curvas L e D



$$N_{c,L} = \begin{cases} N_y, & \lambda_L \leq 0,776 \\ \left(1 - \frac{0,15}{\lambda_L^{0,8}}\right) \frac{N_y}{\lambda_L^{0,8}}, & \lambda_L \geq 0,776 \end{cases} \quad (1)$$

$$N_{c,D} = \begin{cases} N_y, & \lambda_D \leq 0,561 \\ \left(1 - \frac{0,25}{\lambda_D^{1,2}}\right) \frac{N_y}{\lambda_D^{1,2}}, & \lambda_D \geq 0,561 \end{cases} \quad (2)$$

# Análise de confiabilidade e praticidade da proposta para o caso prático de projeto

Resultados de confiabilidade pelo método LRFD

**NBR 14762:2010**

$$\gamma = 1,13 < 1,2$$

*desvio padrão* = 0,06

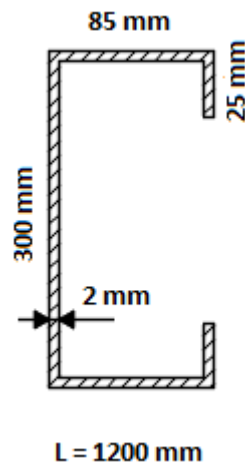
**NBR 14762:2010 + interação LD**

$$\gamma = 1,06 < 1,2$$

*desvio padrão* = 0,02

# Análise de confiabilidade e praticidade da proposta para o caso prático de projeto

Procedimento de cálculo com e sem o modo LD



## NBR 14762:2010

### Cargas críticas

$$N_L = 47,8 \text{ kN}$$

$$N_D = 102,2 \text{ kN}$$

$$N_G = 1287,0 \text{ kN}$$

### Índice de esbeltez

$$\lambda_L = 2,70$$

$$\lambda_D = 1,85$$

$$\lambda_G = 0,52$$

### Fator de flambagem global

$$\chi = 0,89$$

### Resistência para LG

$$N_{LG} = 137,0 \text{ kN}$$

### Resistência para D

$$N_D = 147,2 \text{ kN}$$

### Resistência da coluna

$$N_{c,R} = \min(N_{LG}; N_D) = 137,0 \text{ kN}$$

## NBR 14762:2010 + interação LD

### Cargas críticas

$$N_L = 47,8 \text{ kN}$$

$$N_D = 102,2 \text{ kN}$$

$$N_G = 1287,0 \text{ kN}$$

### Índice de esbeltez

$$\lambda_L = 2,70$$

$$\lambda_D = 1,85$$

$$\lambda_G = 0,52$$

### Fator de flambagem global

$$\chi = 0,89$$

### Resistência para LG

$$N_{LG} = 137,0 \text{ kN}$$

### Parâmetros da interação loca-distorcional

$$\lambda_{máxLD} = 2,70$$

$$R_{\lambda DL} = \lambda_D / \lambda_L = 0,68$$

$$A = 0,15$$

$$B = 1,15$$

### Resistência para LD

$$N_{LD} = 106,1 \text{ kN}$$

### Resistência da coluna

$$N_{c,R} = \min(N_{LG}; N_{LD}) = 106,1 \text{ kN}$$

# Conclusões

O modo LD é relevante para a resistência das colunas  $U_e$  de uso regular; e

O método proposto da superfície de resistência é prático e mais confiável do que o modelo atual utilizado na NBR 14762:2010 (MRD).

# CONSTRU METAL 2023

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



@congressoconstrumetal  
congressoconstrumetal.com.br

# Obrigado

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO/PROMOCIÓN

**Franca! Feiras** DESDE 1969