

**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

ESTUDO COMPARATIVO DE DIMENSIONAMENTO DE TORRES PARA LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ACORDO COM AS NORMAS NBR8800:2008 E ASCE 10-15

Angelo Braz Fadini Fabri
Brametal SA / Universidade Federal do Espírito Santo

INTRODUÇÃO

Estruturas para linhas de transmissão de energia elétrica são elementos essenciais no desenvolvimento de um país.

No Brasil, essas estruturas são majoritariamente torres treliçadas compostas por perfis L (cantoneiras) de aço e ligações parafusadas.

As torres tem a finalidade de sustentar os cabos condutores e para-raios mantendo-os em uma distância elétrica segura e sendo dimensionadas para resistir aos esforços mecânicos e descarregá-los nas fundações.

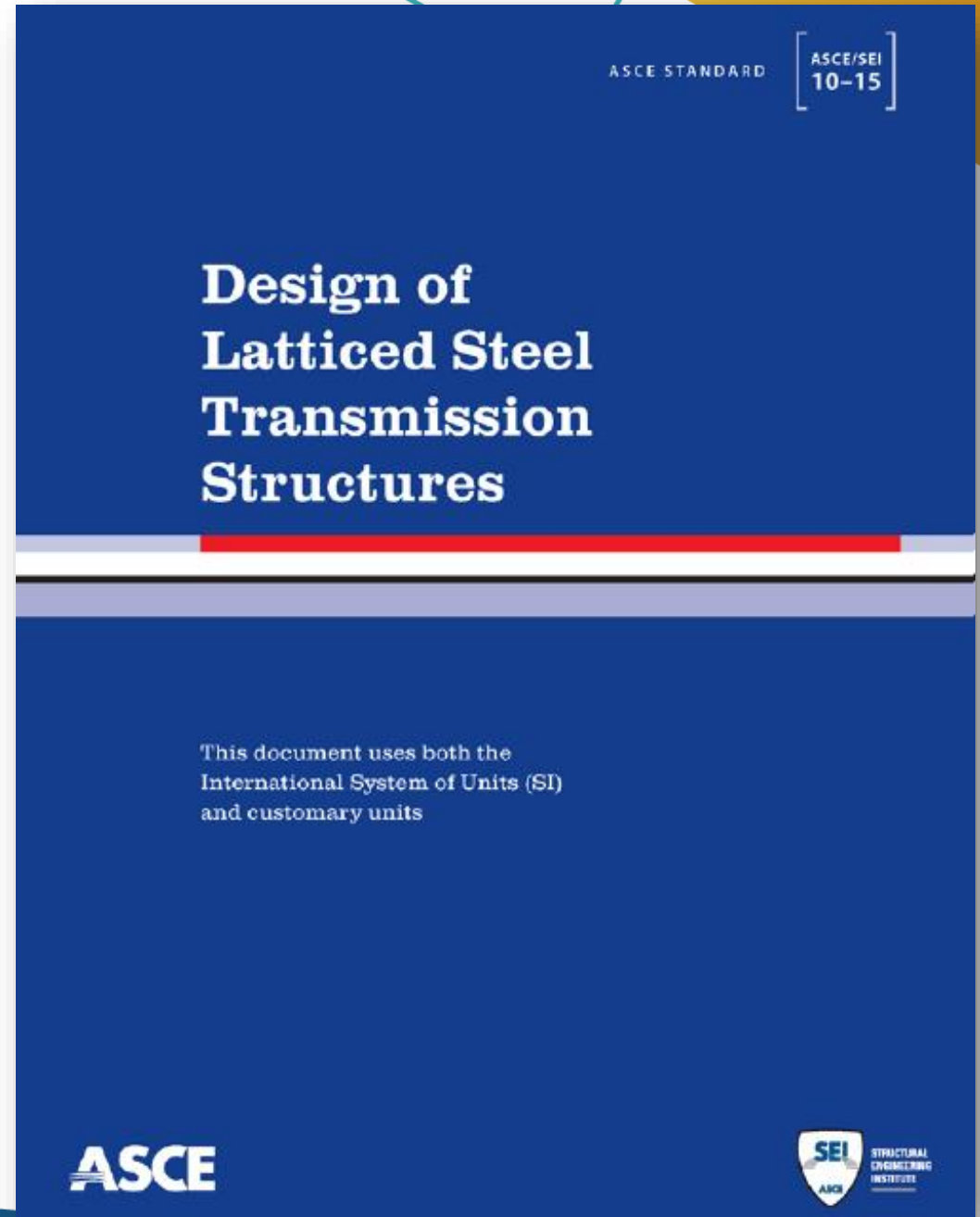


□ INTRODUÇÃO

No Brasil, o cálculo estrutural destas torres é norteado pela norma norte-americana ASCE 10-15 (*Design of Latticed Steel Transmission Structures, American Society of Civil Engineers*)

No entanto, a principal referência nacional para o dimensionamento de estruturas em aço é a NBR 8800:2008 (*Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios*)

A NBR 8800:2008 é bastante utilizada no projeto de torres para outros fins, no entanto, o mesmo não ocorre quando o assunto são torres para linhas de transmissão.



OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo fazer o estudo e comparar o resultado do dimensionamento de uma torre para linhas de transmissão utilizando as duas normas supracitadas, NBR 8800:2008 e ASCE 10-15.

Dessa forma, verificar se é possível tirar proveito da utilização da norma brasileira nos casos em que a especificação técnica do projeto da estrutura permita o seu uso.

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
8800

Segunda edição
25.08.2008

Válida a partir de
25.09.2008

Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios

Design of steel and composite structures for buildings



Palavras-chave: Projeto. Estrutura. Aço. Aço e concreto. Edifícios.
Descriptors: Design. Structural. Steel. Steel and concrete. Buildings.

ICS 91.080.10; 91.080.99

ISBN 978-85-07-00933-7



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 8800:2008
237 páginas

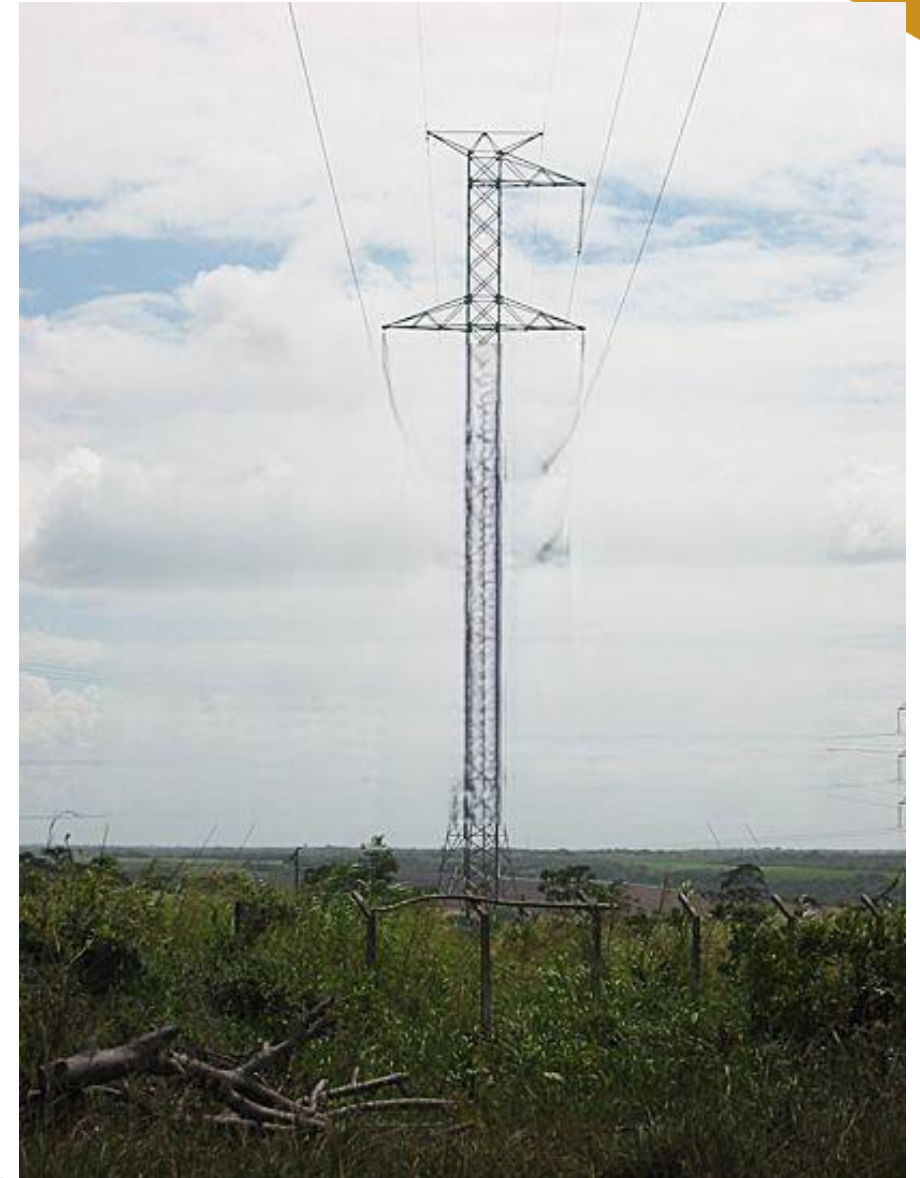
© ABNT 2008

□ ETAPAS DE DIMENSIONAMENTO

Definição da geometria

- Quanto ao número de circuitos: torre de circuito simples;
- Quanto à voltagem da linha: torre para linha de 138 kV;
- Quanto à disposição dos condutores: torre com disposição triangular;
- Quanto à forma de resistência das estruturas: torre estaiada;
- Quanto à função na linha: torre de suspensão;
- Quanto ao formato: torre estaiada monomastro.

O modelo da torre mais alta com 39,2 m de altura.



□ ETAPAS DE DIMENSIONAMENTO

Definição dos materiais

As barras são constituídas por perfis L (cantoneiras) em aço ASTM A572 Grau 60:

- Limite de escoamento $F_y = 415 \text{ MPa}$ (4218 kgf/cm^2)
- Limite de ruptura $F_u = 520 \text{ MPa}$ (5273 kgf/cm^2)
- Módulo de elasticidade $E = 200 \text{ GPa}$ (2040800 kgf/cm^2)

As ligações são do tipo parafusadas e os parafusos utilizados de acordo com a norma ISO 898-1 Classe 5.8:

- Limite de ruptura $F_u = 5200 \text{ kgf/cm}^2$
- Limite para a tensão de cisalhamento no corpo do parafuso $F_v = 3220 \text{ kgf/cm}^2$

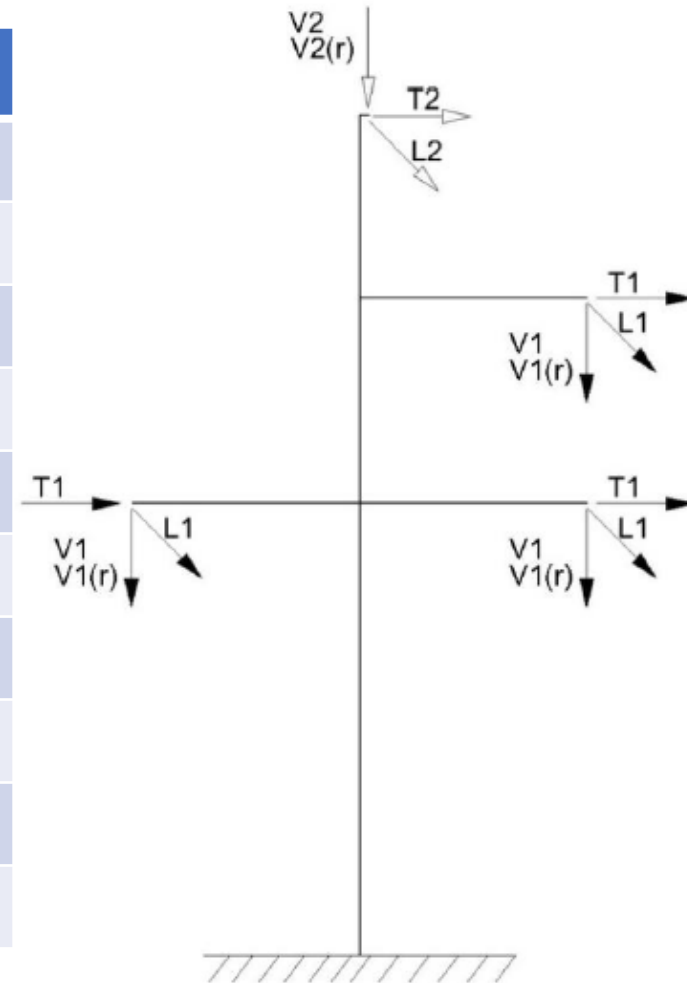


ETAPAS DE DIMENSIONAMENTO

Definição dos carregamentos

Foram verificadas as seguintes hipóteses (cargas em kgf):

HIPÓTESES		V1	V1(r)	T1	L1	V2	V2(r)	T2	L2
Vento Extremo Transversal		1236	440	1285	0	511	187	555	0
Vento Extremo a 45°		1236	440	699	29	511	187	300	0
Vento Extremo Longitudinal		1236	440	88	41	511	187	42	0
Vento de Alta Intensidade Transv.		1236	440	470	0	511	187	178	0
Vento de Alta Intensidade a 45°		1236	440	293	29	511	187	111	0
Vento de Alta Intensidade Long.		1236	440	88	41	511	187	42	0
Cabos rompidos	Intactos	1236	440	88	0	511	187	42	0
	Rompidos	882	322	44	1763	358	131	21	1200
Construção		2778	0	152	0	1402	0	72	0
Contenção em Cascata		1236	440	0	1007	511	187	0	720



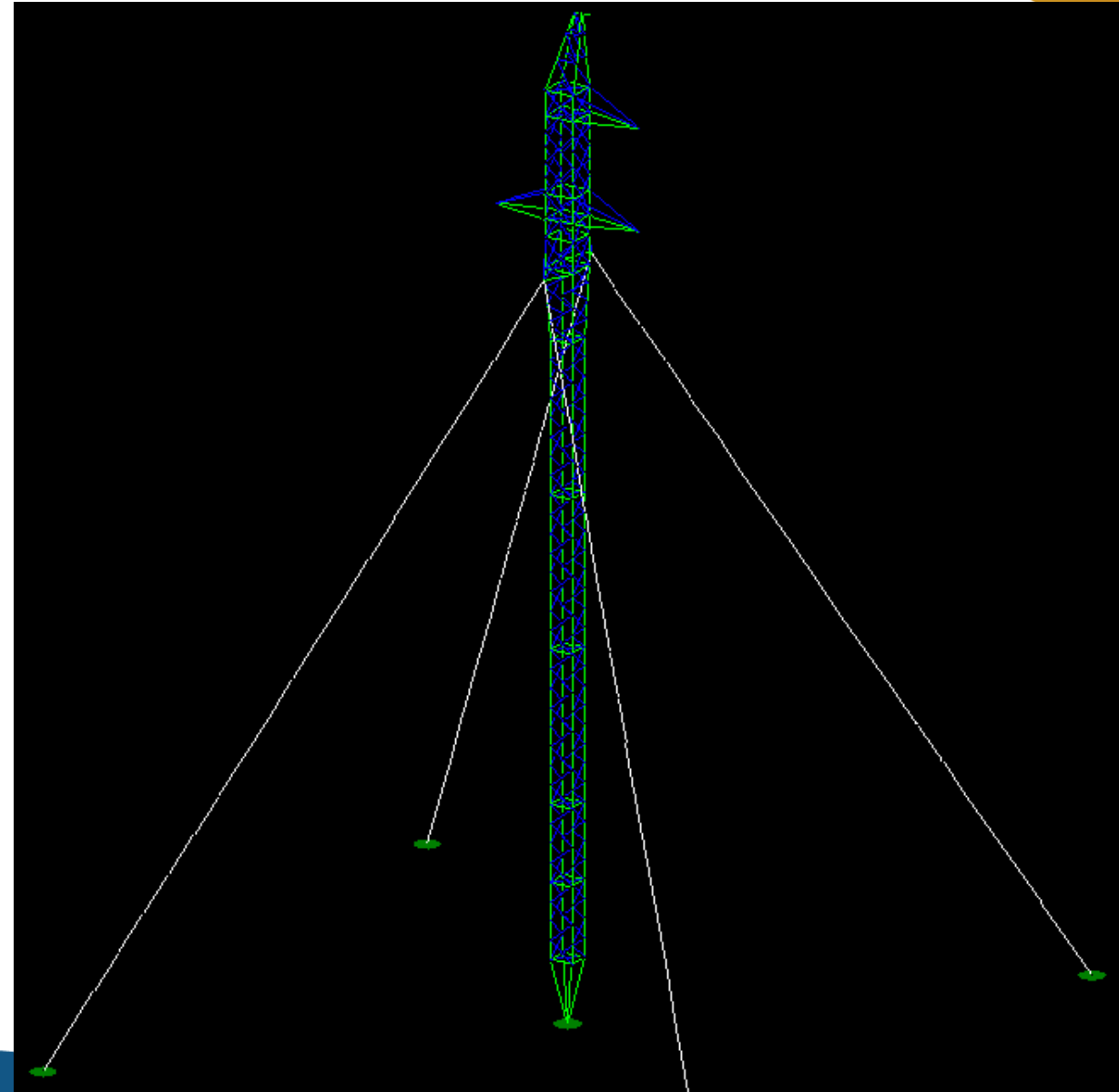
□ ETAPAS DE DIMENSIONAMENTO

Geração do modelo estrutural e Cálculo dos esforços atuantes

Foi utilizado o software PLS Tower, específico para o dimensionamento de torres para linhas de transmissão.

A torre é considerada uma treliça espacial, portanto é considerado que só existem esforços de tração e compressão nas barras.

Com os esforços levantados, a torre foi dimensionada com a verificação dos critérios de tração e compressão nas barras e cisalhamento e esmagamento/rasgamento nas ligações.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comentário geral

Dentre os 65 grupos de barras que foram dimensionados, apenas nove resultaram em perfis com seções diferentes, com a NBR 8800 retornando perfis com seções maiores.

Dessa forma, uma torre dimensionada segundo os critérios da NBR 8800 resultaria em uma estrutura mais pesada em comparação com a mesma estrutura dimensionada de acordo com os critérios da ASCE 10-15.

Grupo	Perfis segundo:	
	NBR 8800:2008	ASCE-10-15
7	L 45 x 4.0	L 45 x 3.0
13	L 50 x 4.0	L 40 x 3.0
27	L 45 x 4.0	L 45 x 3.0
60	L 75 x 6.0	L 75 x 5.0
61	L 75 x 6.0	L 75 x 5.0
62	L 65 x 6.0	L 65 x 5.0
80	L 50 x 4.0	L 50 x 3.0
81	L 50 x 4.0	L 50 x 3.0
90	L 50 x 4.0	L 50 x 3.0
91	L 50 x 4.0	L 50 x 3.0

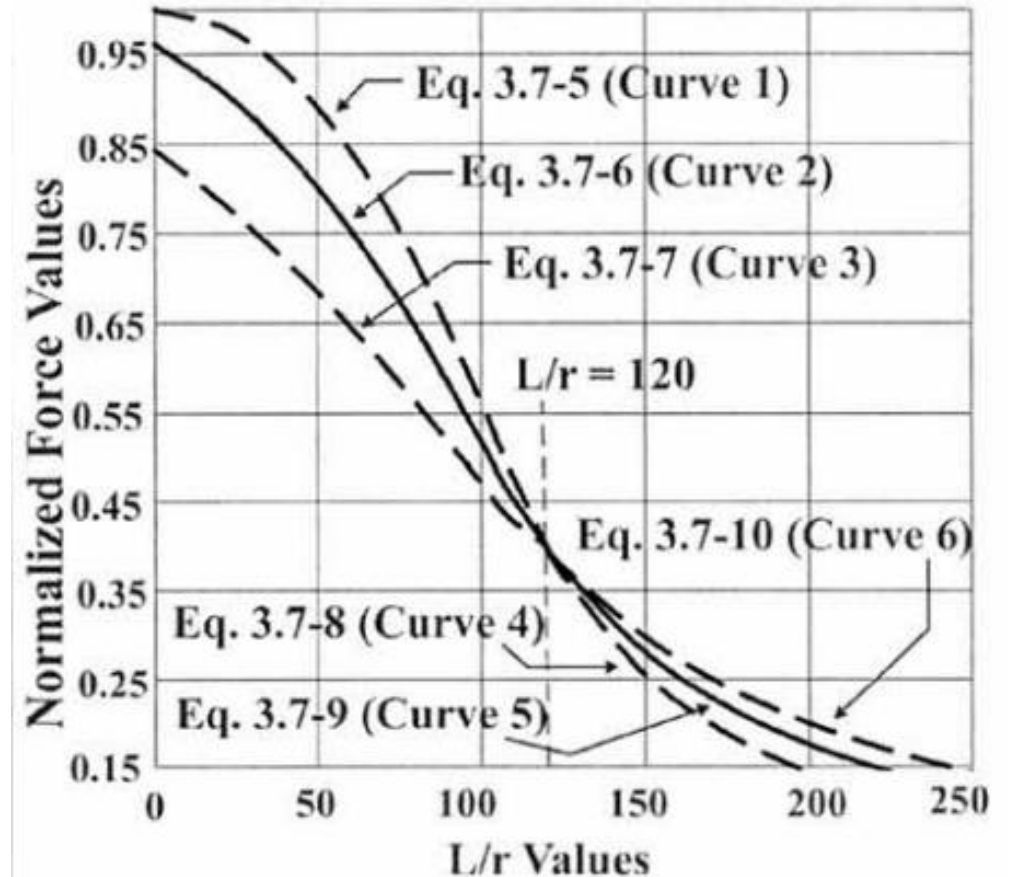
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dimensionamento à Compressão

Apenas para seis grupos, o esforço resistente de compressão calculado a partir da NBR 8800 foi superior ao calculado pela ASCE 10-15.

As duas normas fazem correções na esbeltez para barras que possuem ligações em somente uma aba. No entanto, a esbeltez efetiva após a correção é maior segundo os critérios da NBR 8800.

Normalized Force vs. L/r Values

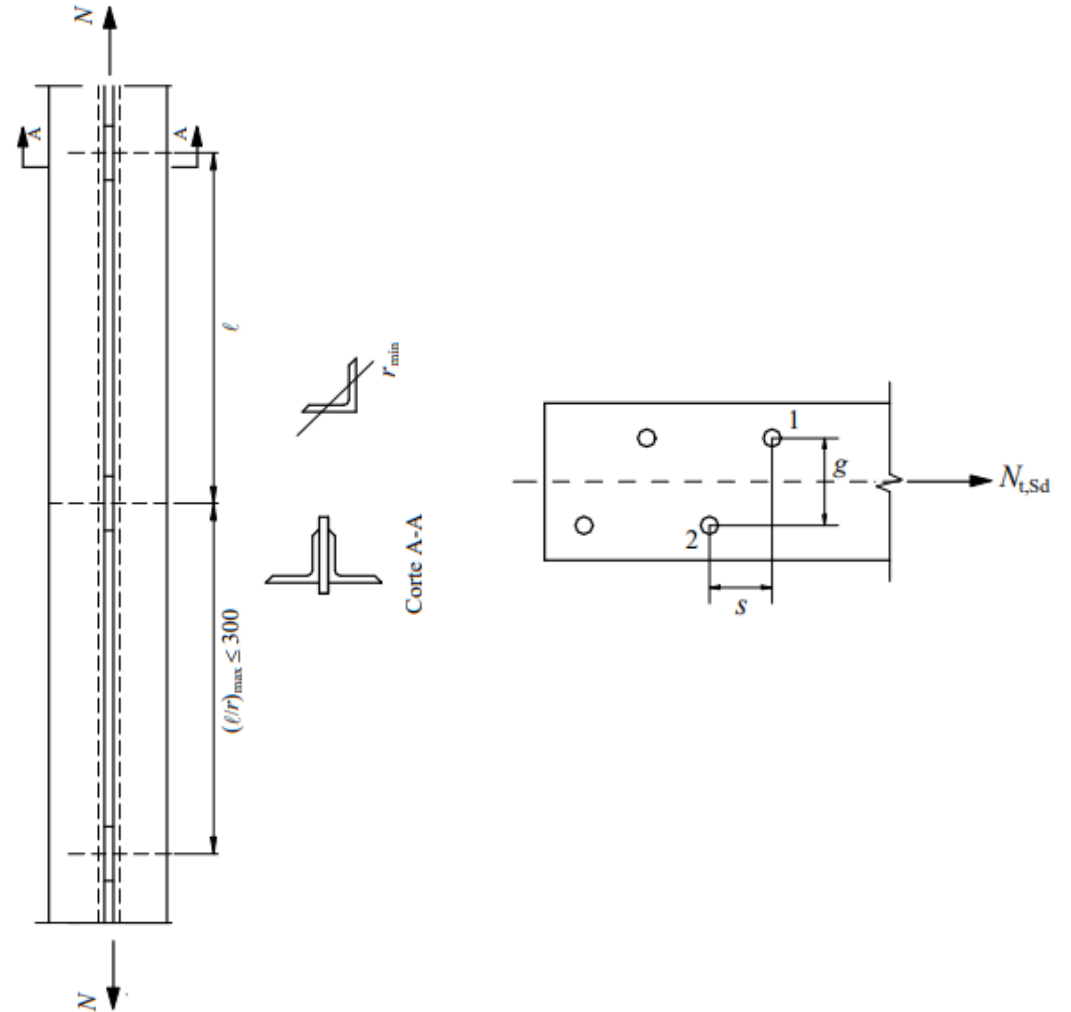


RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dimensionamento à Tração

Para todos os grupos o esforço resistente de tração calculado a partir da NBR 8800 foi superior ao calculado pela ASCE 10-15.

É interessante notar que a ASCE 10-15, no cálculo do esforço resistente de tração é feita a multiplicação da área líquida pela tensão de escoamento ($A_n \times F_y$), enquanto a NBR 8800:2008 analisa dois cenários: a ruptura da seção líquida efetiva ($A_e \times F_u$) e o escoamento da seção bruta ($A_g \times F_y$).



□ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dimensionamento das ligações

De acordo com a NBR 8800, o critério que definiu a quantidade de parafusos para todas as ligações foi o cisalhamento, enquanto que segundo a ASCE 10-15, em 55 dos 65 grupos, o esforço resistente de esmagamento foi inferior ao esforço resistente de cisalhamento.

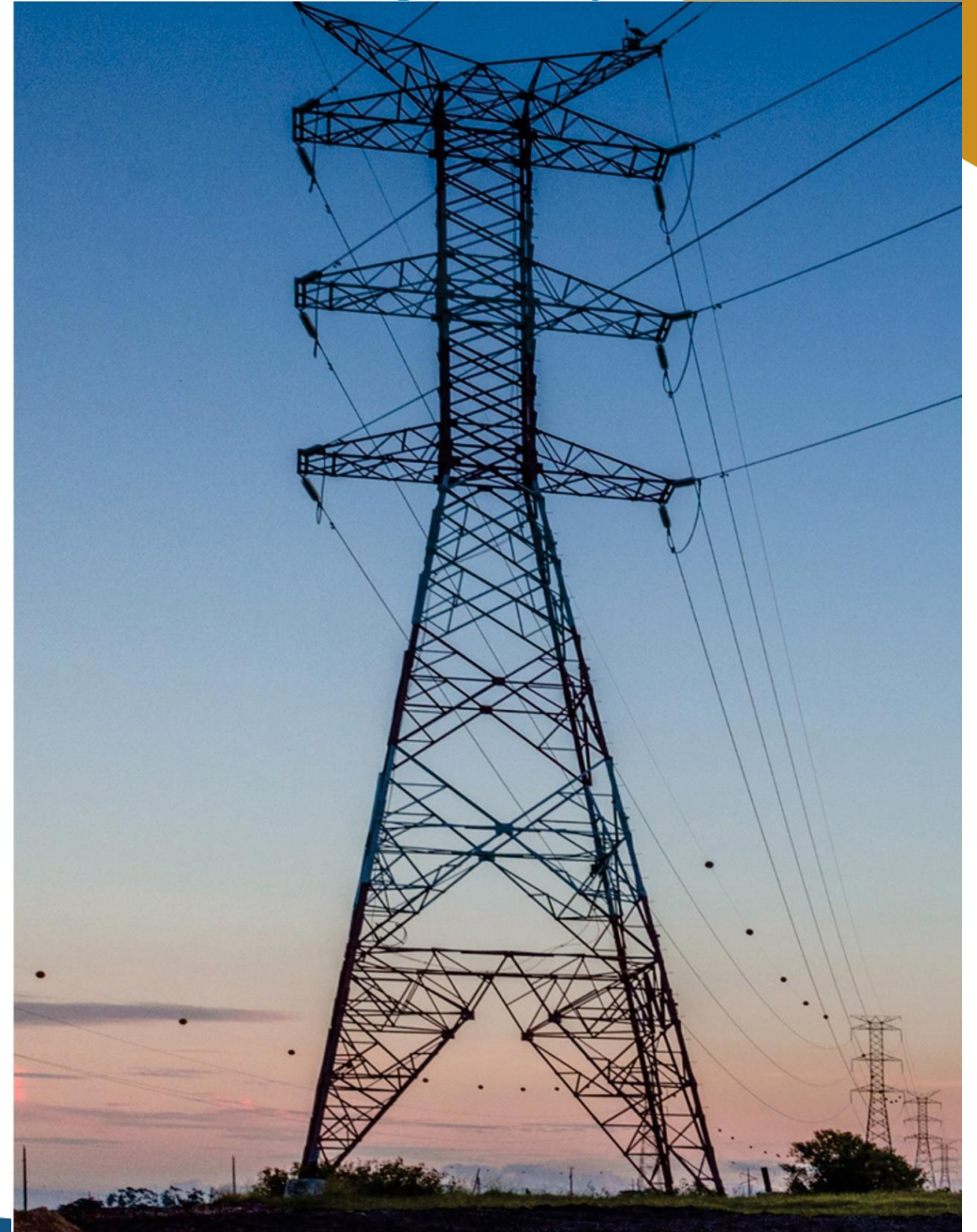
Devido ao critério de cisalhamento, segundo a NBR 8800 foi necessário utilizar mais parafusos nas ligações de 28 dos 65 grupos em comparação com a ASCE 10-15. Para os demais 37 grupos foi utilizada a mesma quantidade de parafusos na ligação.



□ CONCLUSÃO

Para o exemplo estudado, a norma brasileira não apresentou vantagens frente a ASCE 10-15, uma vez que ao utilizar seus critérios de dimensionamento, chegou-se a uma torre mais pesada e com mais parafusos nas ligações.

A média na diferença entre os esforços resistentes nas barras ficou em torno de apenas 10% e para a maioria das barras que resultaram em perfis diferentes com a diferença sendo de apenas um milímetro na espessura da peça.

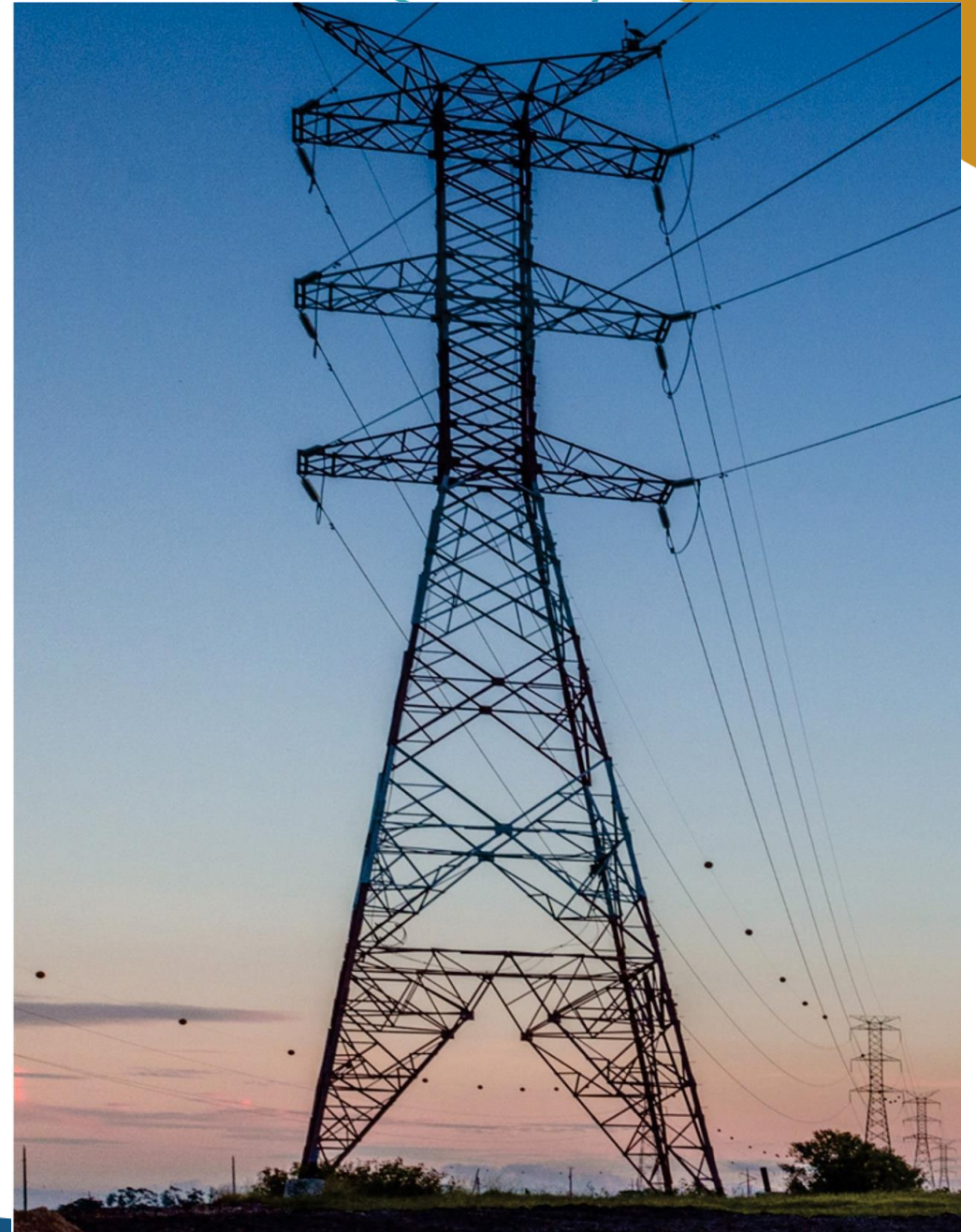


□ CONCLUSÃO

Dessa forma, uma torre dimensionada segundo os critérios da NBR 8800 resultaria em uma estrutura mais pesada e com mais parafusos, portanto uma estrutura com custo mais elevado e de montagem mais demorada em campo.

Apesar dos resultados, não é recomendado se afastar totalmente da norma brasileira.

A ASCE 10-15 é uma norma bem mais simples e direta do que a NBR 8800:2008. Dessa forma, para pontos nebulosos ou específicos não cobertos pela ASCE 10-15, pode-se utilizar a NBR 8800:2008 como referência.



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