

Estruturas **Metálicas** e de Madeira

2026-A



Prof. Willian de Araujo Rosa, M.Sc.

Livro-Texto

PINHEIRO, Antonio Carlos da Fonseca Bragança. Estruturas metálicas: cálculos, detalhes, exercicios e projetos. 2. ed., rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 300 p. ISBN 978-85-212-0369-8.

PFEIL, Walter. Estruturas de aço: dimensionamento prático. 9.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

BELLEI, Ildony H. Edifícios industriais em aço: projeto e cálculo. 3. ed. São Paulo: Pini, 2000. 487 p. ISBN 85-7266-120-4

5510@ucdb.br ou willian@profwillian.com



Ementa

1. Propriedades físicas e mecânicas do aço.
2. Deslocamentos, esbelteza e deformações.
3. Flambagem lateral com torção.
4. Ligações com parafusos e solda.
5. Dimensionamentos de vigas e colunas.
6. Aplicação em treliças de cobertura.

História da Construção em Aço



Ironbridge, em Coalbrookdale, de Abraham Darby, considerada a primeira obra em estrutura metálica, ponte de ferro fundido, com 30 m de vão (Inglaterra).

História da Construção em Aço



Britania Bridge, ponte de estrutura tubular de seção quadrada com vãos de 69, 138, 138 e 69 m (Inglaterra).

História da Construção em Aço



Palm House, de Decimus Burton (Londres).



História da Construção em Aço

1930 - Inaugurado o **Chrysler Building**, de William Van Alen, com 77 pavimentos (EUA).

História da Construção em Aço



1935 **Golden Gate**, ponte suspensa com 1260 m de vão (EUA).

História da Construção em Aço



1961 **Edifício Avenida Central** (Rio de Janeiro).

História da Construção em Aço

1964

**Verrazano
Narrows,**
ponte
suspensa
com vão
1278 m
(EUA).





História da Construção em Aço

1966 **Escritório Central da CSN** – Volta Redonda - Rio de Janeiro.

História da Construção em Aço



Estação Largo 13 de Maio. Centro Empresarial do Aço (São Paulo).
Instituto Cultural Itaú (São Paulo).

História da Construção em Aço



1997 **Museu Guggenheim**, em Bilbao, de Frank Gehry (Espanha).

História da Construção em Aço

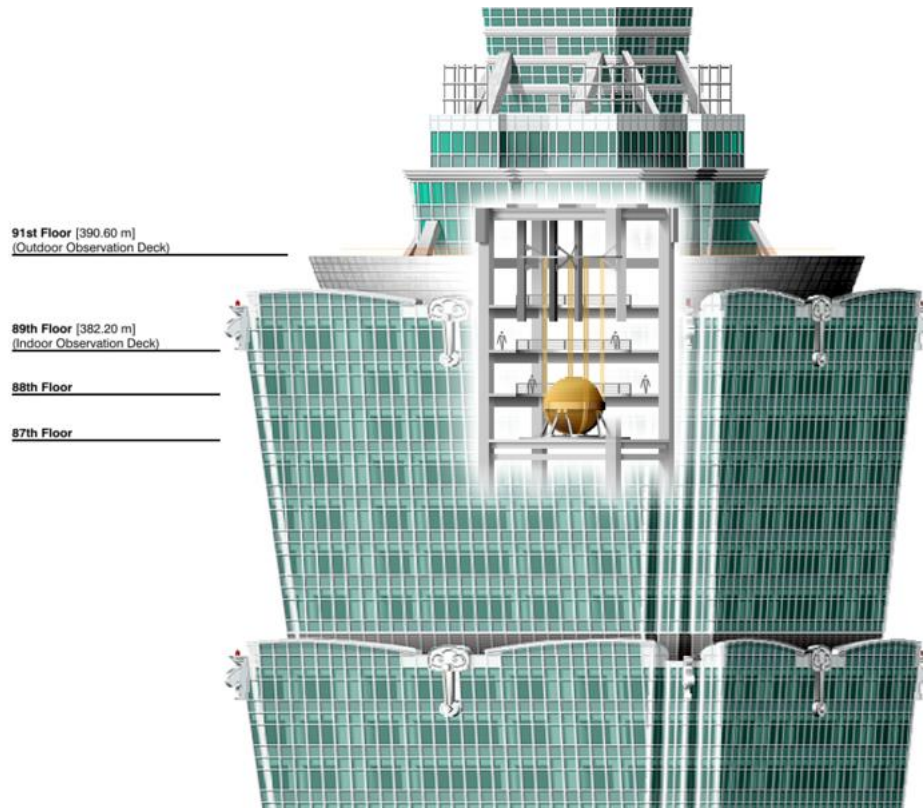


História da Construção em Aço



2002 **Ponte Juscelino Kubitschek**, Brasília-DF, 1200 metros, largura de 24 m, três vãos de 240 metros sustentados por três arcos assimétricos e localizados em planos diferentes, com cabos tensionados de aço colocados em forma cruzada.

História da Construção em Aço



2004 **Taipei 101**, de C.Y.Lee, em estrutura de aço, com 101 pavimentos e 509 m de altura (Taiwan).

Propriedades dos Aços e sua Classificação

Aplicação das Estruturas Metálicas

- a) Telhados
- b) Edifícios industriais e comerciais
- c) Residências
- d) Hangares
- e) Pontes e viadutos
- f) Pontes rolantes e equipamentos de transportes
- g) Reservatórios
- h) Torres
- i) Guindastes
- j) Postes
- k) Passarelas
- l) Indústria Naval
- m) Escadas
- n) Mezaninos

Sistema Construtivo em Aço - Características

1. Liberdade no projeto de arquitetura
2. Maior área útil
3. Flexibilidade
4. Compatibilidade com outros materiais
5. Menor prazo de execução
6. Racionalização de materiais e mão-de-obra
7. Alívio de carga nas fundações
8. Garantia de qualidade
9. Antecipação do ganho
10. Organização do canteiro de obras
11. Precisão construtiva
12. Reciclabilidade
13. Preservação do meio ambiente

Tabela 1.1 Propriedades Mecânicas de Aços-carbono

Especificação	Teor de carbono %	Limite de escoamento f_y (MPa)	Resistência à ruptura f_u (MPa)
ABNT MR250	baixo	250	400
ASTM A7		240	370-500
ASTM A36	0,25-0,29	250 (36 ksi)	400-500
ASTM A307 (parafuso)	baixo	—	415
ASTM A325 (parafuso)	médio	635 (min)	825 (min)
EN S235	baixo	235	360

Tabela 1.2 Propriedades Mecânicas de Aços de Baixa Liga

Especificação	Principais elementos de liga	Limite de escoamento f_y (MPa)	Resistência à ruptura f_u (MPa)
ASTM 572 Gr. 50	C < 0,23% Mn < 1,35%	345	450
ASTM A588	C < 0,17% Mn < 1,2% Cu < 0,50%	345	485
ASTM A992	C < 0,23% Mn < 1,5%	345	450

Tabela A1.4 - Propriedades Mecânicas dos Aços Estruturais

Descrição	Classe/grau	f_y (MPa)	f_u (MPa)
1 - Aços para perfis laminados para uso estrutural NBR 7007	MR250 AR350 AR415 AR350-COR	250 350 415 350	400-560 450 520 485
2 - Chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural NBR 6648	CG-26 CG-28	255 275	410 440
3 - Chapas finas de aço-carbono para uso estrutural (a frio/a quente) NBR 6649/NBR 6650	CF-26 CF-28 CF-30	260/260 280/280 -/300	400/410 440/440 -/490
4 - Chapas grossas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica NBR 5000	G-30 G-35 G-42 G-45	300 345 415 450	415 450 520 550
5 - Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica NBR 5004	F-32/Q-32 F-35/Q-35 Q-40 Q-45	310 340 380 450	410 450 480 550
6 - Chapas grossas de aço de baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica, para usos estruturais NBR 5008	CGR 400 CGR 500 e CGR 500A	250 370	380 490
7 - Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica, resistentes à corrosão atmosférica, para usos estruturais (a frio/a quente) NBR 5920/NBR 5921	CFR 400 CFR 500	-/250 310/370	-/380 450/490
8 - Perfil tubular de aço-carbono, formado a frio, com e sem costura, de seção circular, quadrada ou retangular, para usos estruturais NBR 8261	B - seção circular B - seção retangular C - seção circular C - seção retangular	290 317 317 345	400 400 427 427

Propriedades dos Aços e sua Classificação

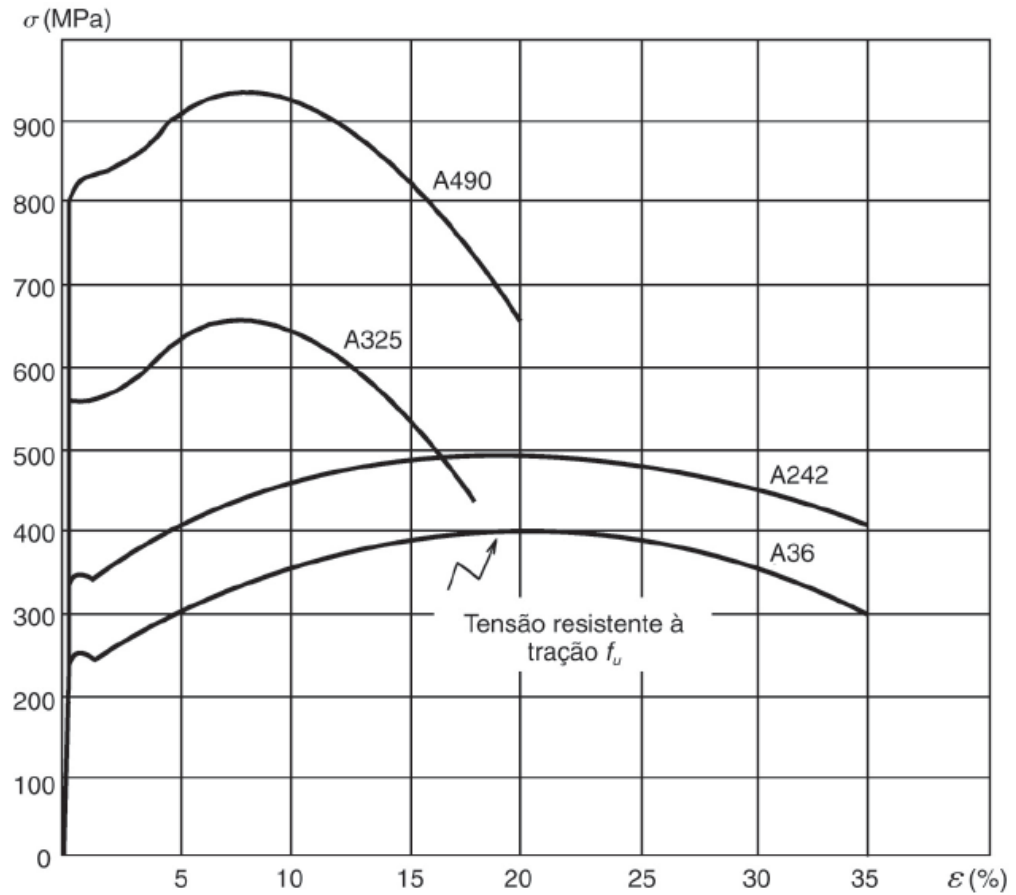


Fig. 1.12 Diagrama convencional σ , ϵ dos aços ASTM A36, A242, A325, A490.

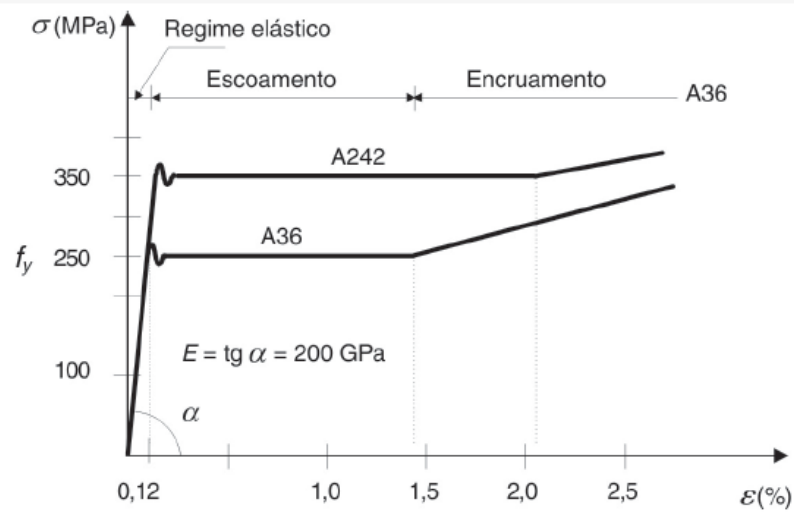


Fig. 1.13 Trecho inicial dos diagramas tensão \times deformação dos aços com patamar de escoamento.

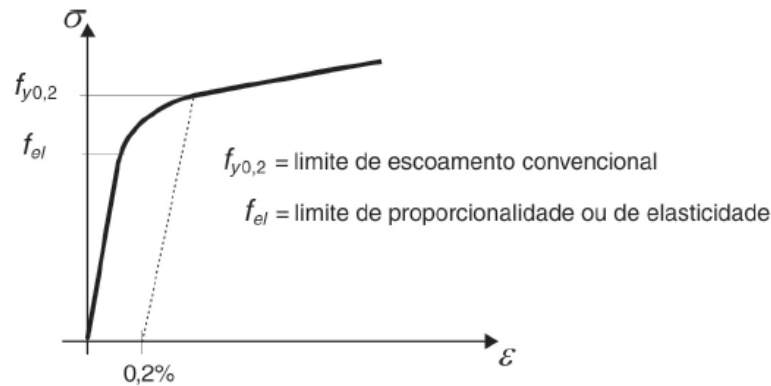


Fig. 1.14 Diagrama convencional tensão \times deformação de material sem patamar de escoamento.

Propriedades dos Aços e sua Classificação

1. Curva Tensão x Deformação Específica - Módulo de elasticidade $E = 200 \text{ GPa}$
2. Resistência f_y (Aço A36 - $f_y = 36 \text{ ksi} = 250 \text{ MPa}$)
3. Tenacidade
4. Ductilidade
5. Coeficiente de Poisson ($\nu = 0,3$)
6. Módulo de Elasticidade ao Cisalhamento ($G = 0,385 E$)
7. Tensão de Ruptura ao Cisalhamento
8. Peso Específico ($\gamma_a = 77 \text{ kN/m}^3$) ou ($\gamma_a = 7850 \text{ kg/m}^3$)

Propriedades dos Aços e sua Classificação

Os tratamentos térmicos são feitos com os seguintes objetivos:

- a) remoção de tensões internas
- b) mudança da dureza
- c) aumento da resistência mecânica
- d) melhora da ductilidade
- e) melhora da usinabilidade
- f) melhora da resistência ao desgaste
- g) modificação da propriedade elétrica

Propriedades dos Aços e sua Classificação

Norma

No Brasil é utilizada a norma técnica **NBR 8800**, de 2008, Projeto e execução de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço de edifícios (método dos estados limites) – **ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas**.

A NBR 8800 também está integrada à NBR 14323:1999 - Dimensionamento de Estruturas de Aço de Edifícios em Situação de Incêndio.

Tipos de Aços Estruturais

Designações dos aços estruturais

Exemplos:

ASTM (*American Society For Testing and Materials*) – Aço A36

ABNT (*Associação Brasileira de Normas Técnicas*) – EB-583 –
Aços para perfis laminados para uso estrutural. Aço MR-250

Tipos de Aços Estruturais

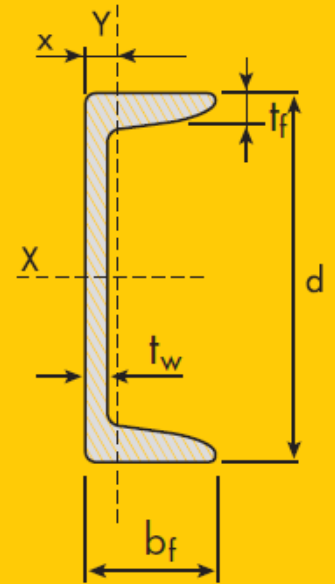
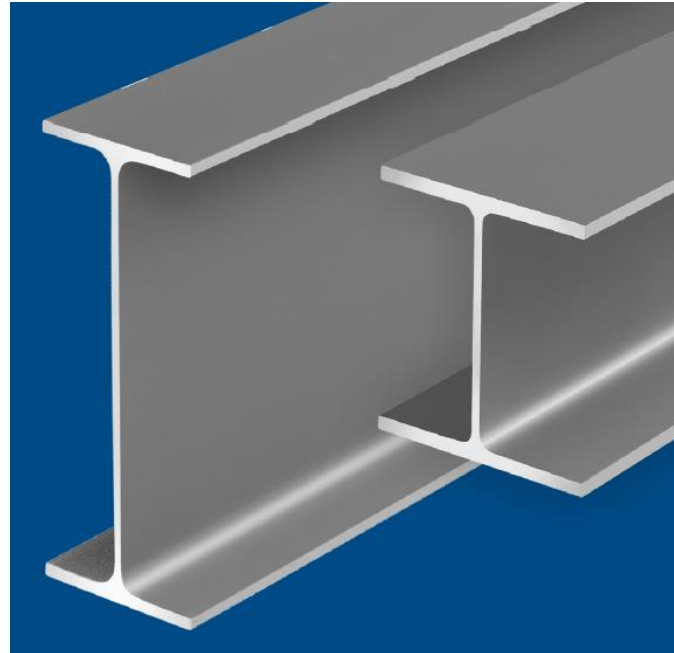
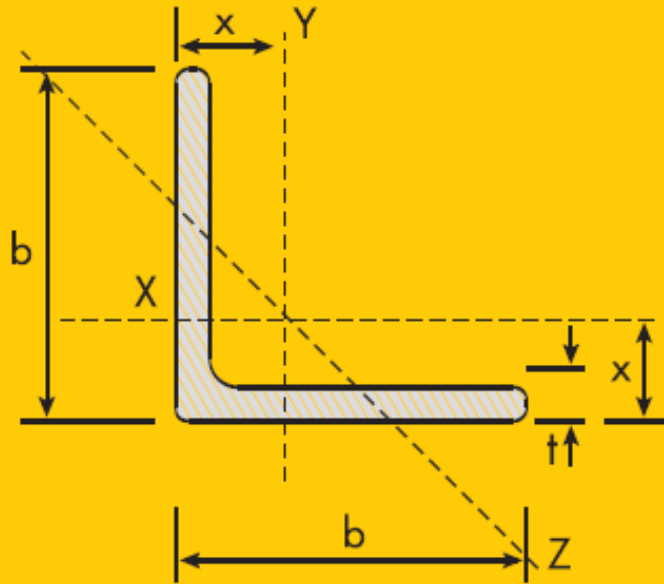
Aço Patinável

Um tipo particular de aço estrutural que **pode dispensar a proteção a corrosão atmosférica** (pintura por exemplo) é o chamado Aço Patinável ou Aço Aclimável.

Isso porque esse aço estrutural é de alta resistência a corrosão atmosférica. Trata-se de um aço de baixa liga que **recebe** em sua composição química pequenas **quantidades de cobre, cromo, níquel e fósforo**.

Produtos siderúrgicos

- Perfis
- Barras
- Chapas



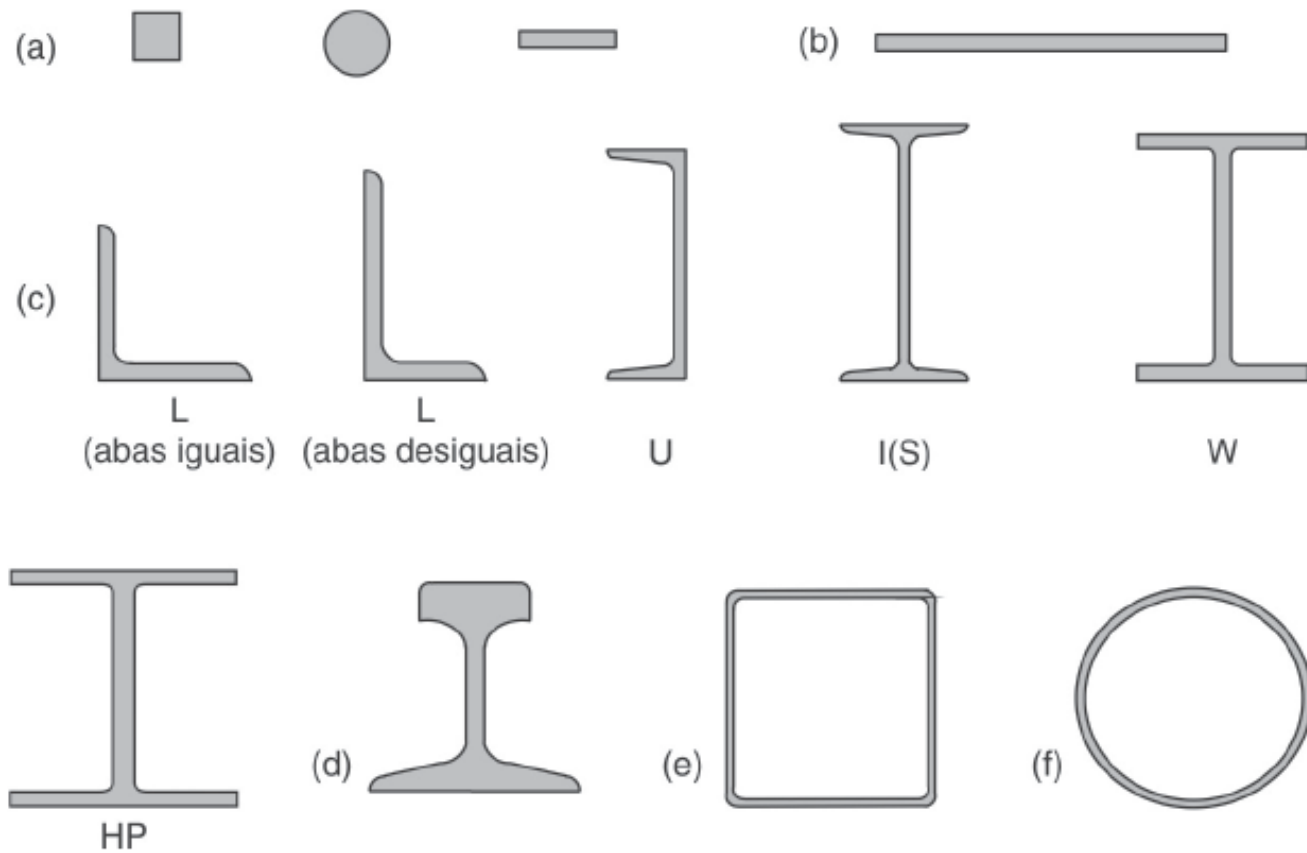


Fig. 1.18 Principais tipos de produtos siderúrgicos laminados de utilização estrutural: (a) barras, com diversas seções transversais (quadrada, redonda, chata); (b) chapas; (c) perfis estruturais laminados; (d) trilho; (e) tubo quadrado; (f) tubo redondo

Produtos Metalúrgicos

As empresas metalúrgicas produzem perfis compostos por chapas dobradas ou compostos por chapas soldadas.

As chapas grossas têm espessura igual ou superior a 4,76 mm e as chapas finas é em geral fornecidas em bitolas MSG (Manufacturer's Standar Gauge):

MSG nº	9	10	11	12	13	14	15	16
Espessura (mm)	3,80	3,42	3,04	2,66	2,28	1,90	1,71	1,52