

ESTRUTURAS METÁLICAS

DIMENSIONAMENTO SEGUNDO A
NBR-8800:2008

O Processo Siderúrgico

Prof Marcelo Leão – Cel

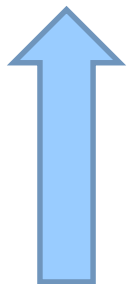
Prof Moniz de Aragão – Maj

O Processo Siderúrgico

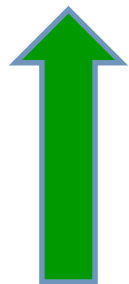
- É o processo de obtenção do aço, desde a chegada do minério de ferro até o produto final a ser utilizado no mercado, em diferentes setores;

- **Aço:**

liga metálica composta principalmente de *ferro* e *carbono*



%
Carbono



Resistência
Mecânica



Dutilidade
Soldabilidade

Aços de baixo carbono: $C \leq 0,3\%$

O Processo Siderúrgico

- O aço é produzido, basicamente, a partir de *minério de ferro*, *carvão* e *cal*. A fabricação do aço pode ser dividida em quatro etapas:

1. *Preparação da carga*

2. *Redução*

3. *Refino*

4. *Laminação*

<http://www.youtube.com/user/canaltkcsa?feature=watch>

O Processo Siderúrgico

1. Preparação da carga

- O carvão é processado na coqueria e transforma-se em **coque**.
- Grande parte do minério de ferro (finos) é aglomerada utilizando-se cal e finos de coque.
- O produto resultante é chamado de **sinter**.

2. Redução

- Essas matérias-primas, agora preparadas, são carregadas no alto forno.
- Oxigênio aquecido a uma temperatura de 1000°C é soprado pela parte de baixo do alto forno.
- O carvão, em contato com o oxigênio, produz calor que funde a carga metálica e dá início ao processo de redução do minério de ferro em um metal líquido: o ferro-gusa.
- O **gusa** é uma liga de ferro e carbono com um teor de carbono muito elevado.

O Processo Siderúrgico

3. Refino

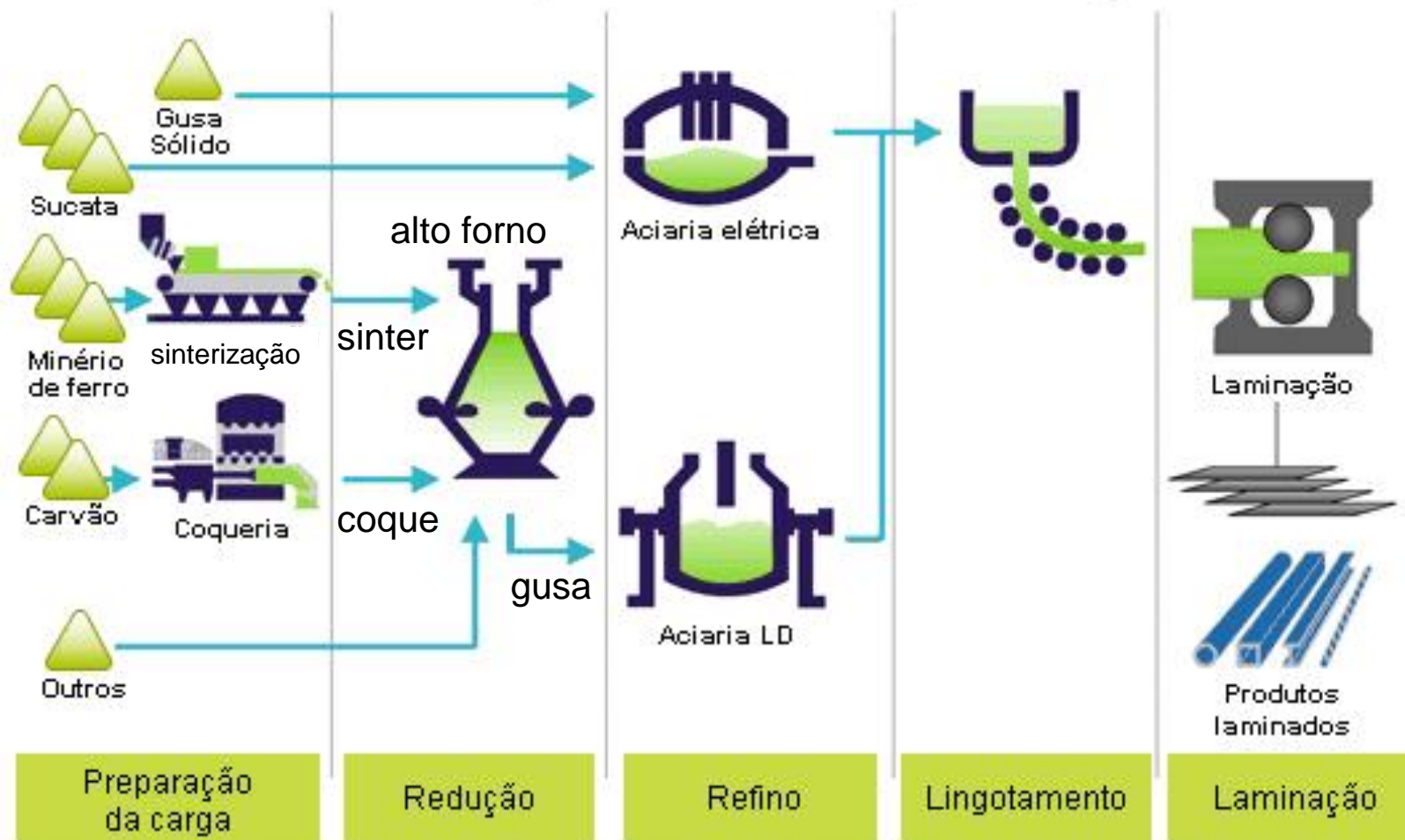
- Aciarias a oxigênio ou elétricas são utilizadas para transformar o gusa líquido ou sólido e a sucata de ferro e aço em aço líquido.
- Nessa etapa parte do carbono contido no gusa é removido juntamente com impurezas.
- A maior parte do aço líquido é solidificada em equipamentos de lingotamento contínuo para produzir semi-acabados, lingotes e blocos.

4. Laminação

- Os semi-acabados, lingotes e blocos são processados por equipamentos chamados laminadores e transformados em uma grande variedade de produtos siderúrgicos, cuja nomenclatura depende de sua forma e/ou composição química.

O Processo Siderúrgico

Fluxo simplificado de produção



Materiais

- Características do aço coberto pela NBR 8800:
 - Resistência ao escoamento
 $f_y \leq 450 \text{ MPa}$
 - Relação entre as resistências à ruptura e ao escoamento não inferior a 1,18
 $f_u/f_y \geq 1,18$

Materiais (cont.)

- Módulo de Elasticidade: $E_a = 200 \text{ GPa}$
- Coeficiente de poisson: $\nu_a = 0,3$
- Módulo de Elasticidade transversal:
 $G_a = 77 \text{ GPa}$
- Coeficiente de dilatação térmica:
 $\beta_a = 1,2 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
- Massa específica:
 $\rho_a = 7850 \text{ kg /m}^3$

Materiais (cont.)

- Características do concreto:
 - Resistência característica
 - $20 \text{ MPa} \leq f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$
 - Módulo de Elasticidade inicial:
 $E_{ci} = 5600 f_{ck}^{0,5} \text{ (MPa)}$
 - Módulo de Elasticidade secante:
 $E_{cs} = 0,85 E_{ci}$
 - Coeficiente de poisson: $\nu_c = 0,2$

Materiais (cont.)

- Coeficiente de dilatação térmica:
 $\beta_c = 1,0 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
- Massa específica:
 $\rho_c = 2400 \text{ kg /m}^3$ (concreto simples)
 $\rho_c = 2500 \text{ kg /m}^3$ (concreto armado)
- **OBS:** Quando se referir apenas ao módulo de elasticidade do concreto (E_c), a Norma estará considerando o módulo de elasticidade secante.

Perfis Estruturais

- Barras obtidas por diversos processos e que apresentam a forma da seção com determinadas características geométricas que as qualificam para absorver determinados esforços.

Principais Tipos de Aço

- Anexo “A” da NBR 8800:2008

- MR-250 (ASTM A-36)

- $f_y = 250$ MPa (escoamento)
- $f_u = 400$ MPa (ruptura)
- % máx C = 0,26%

aço estrutural
comum

- AR-350 (ASTM A-572 Gr50)

- $f_y = 350/345$ MPa (escoamento)
- $f_u = 450$ MPa (ruptura)
- % máx C = 0,23%
- % máx Mn = 1,35%

aço de
alta resistência mecânica
e baixa liga

Principais Tipos de Aço

- Anexo “A” da NBR 8800:2008 (cont.)
- AR-350 **COR** (ASTM A-588 / COR-500)
 - $f_y = 350/345$ MPa (escoamento)
 - $f_u = 450$ MPa (ruptura)
 - % máx C = 0,17%
 - % máx Mn = 1,20%
 - % máx Ni = 0,40%
 - Si, Cr, Mo, Cu, V, Nb...

**aço de alta resistência mecânica, baixa liga, e
elevada resistência à corrosão atmosférica
("patinável")**

Tipos de Produtos

- **Produtos Siderúrgicos**
 - Perfis Laminados, Barras e Chapas. Perfis cantoneira, I, H e U.
- **Produtos Metalúrgicos**
 - Perfis Soldados e de Chapa Dobrada.

Produtos Siderúrgicos (laminados)



Cantoneira
de abas
iguais



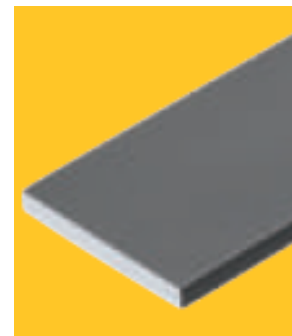
Perfis I e U



Perfil T



Barras
trefiladas



Barra chata

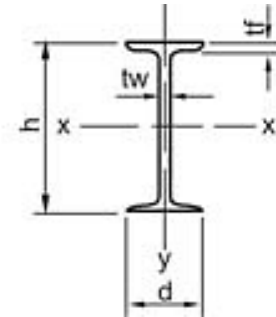


Barra redonda

Produtos Siderúrgicos (laminados)

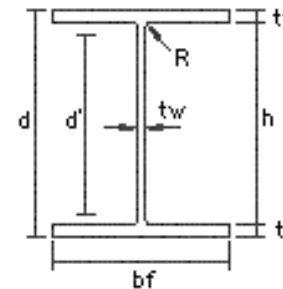
Perfis I Laminados Padrão Americano (Série I) "abas inclinadas"

Aço ASTM A-36

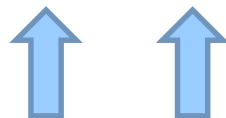


Perfis I Laminados Abas Paralelas (Série W - "wide flange")

Aço ASTM A-572 Gr50



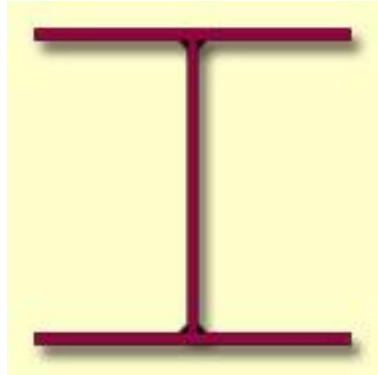
Exemplo: W 200 x 26,6



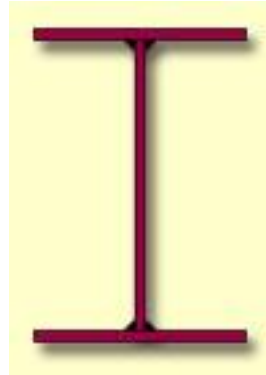
altura aprox. (mm)

massa linear (kg/m)

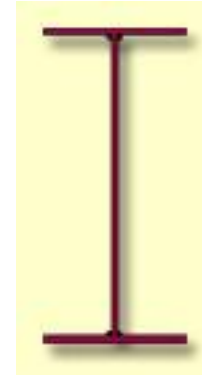
Produtos Metalúrgicos



Perfil CS
(Coluna Soldada)
 $d/b_f \approx 1$



Perfil CVS
(Coluna Viga Soldada)
 $d/b_f \approx 1,5$



Perfil VS
(Viga Soldada)
 $d/b_f \approx 2$

Produtos Metalúrgicos (cont.)



Perfis de Chapa Dobrada

**Obs: Não cobertos pela NBR-8800.
Cobertos pela NBR-14672.**

Tipos de Análise Estrutural

- Análise Elástica Linear

- pequenos deslocamentos e proporcionalidade entre as cargas e seus efeitos.

- Análise Não-Linear:

- consideração da não-linearidade física pela plasticidade do material (formação de rótulas plásticas) ou geométrica, decorrente de efeitos de segunda ordem devidos a grandes deslocamentos ou deformações. A análise da estrutura considerando-se a não-linearidade do material considera a formação de rótulas plásticas até a estrutura se tornar hipoestática.

Estados Limites

- Estados Limites Últimos - ELU:
Correspondem à ruína parcial ou total da estrutura
- Estados Limites de Serviço (ou de utilização):
A estrutura não se presta mais à finalidade para a qual foi projetada. Grandes deslocamentos, vibrações e deformações permanentes. Ver capítulo 11 e Anexos “C”, “L” e “M” da NBR-8800:2008

Regra Básica de Dimensionamento

- Item 4.6.3.2 da NBR-8800:2008

$$S_d \leq R_d$$

- S_d : Solicitação de Cálculo.
- R_d : Resistência de Cálculo.

Encerramento

Referências:

NBR 8800:2008 – Projeto de Estrutura de Aço e de Estrutura Mista de Aço e Concreto de Edifícios

PFEIL, Walter, PFEIL, Michèle, Estruturas de aço: Dimensionamento prático. 8ª ed., Ed. LTC, 2009

Escória de alto forno: Fabricação – Notas Aula do Prof. Eduardo Thomaz
http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/cimentos_concretos/escoria_fabricacao.pdf

O Processo Siderúrgico – Instituto Aço Brasil

<http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/aco/processo--introducao.asp>

Vídeo: O Processo Siderúrgico – Usina Siderúrgica CSA

<http://www.youtube.com/user/canaltkcsa?feature=watch>