

Estruturas de aço

PROF.^a PATRÍCIA ANDRADE

Alagoinhas, 2021

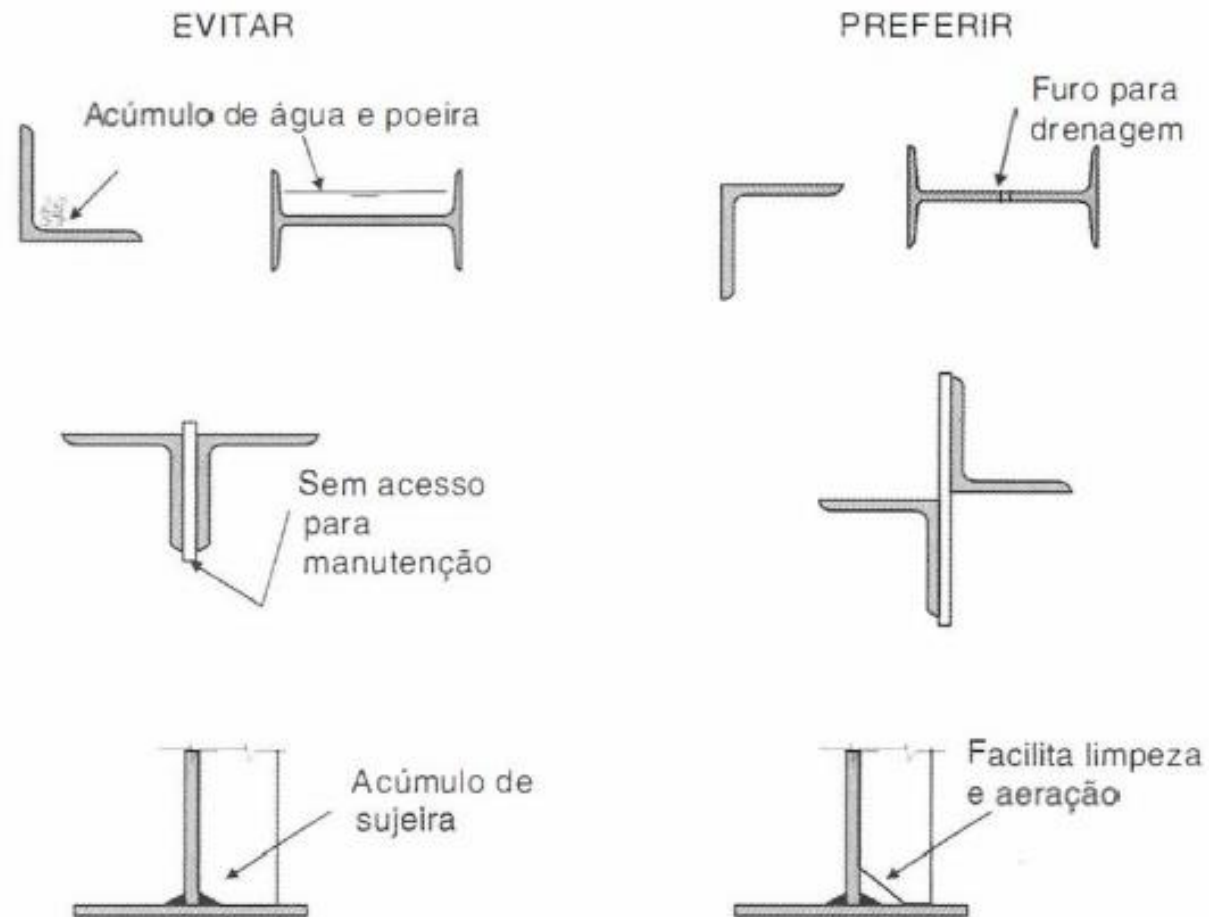
Cobertura: Ginásio Poliesportivo de Cajazeiras, em Salvador



Hospital de medicina veterinária-UFRB Cruz das Almas, Ba



Corrosão



Detalhes para prevenir a corrosão em estruturas expostas à ação de intempéries.

Estação de metrô em Salvador



Galpões



Postos de combustíveis



Light steel frame



Estrutura mista: Casa do comércio em Salvador-Ba

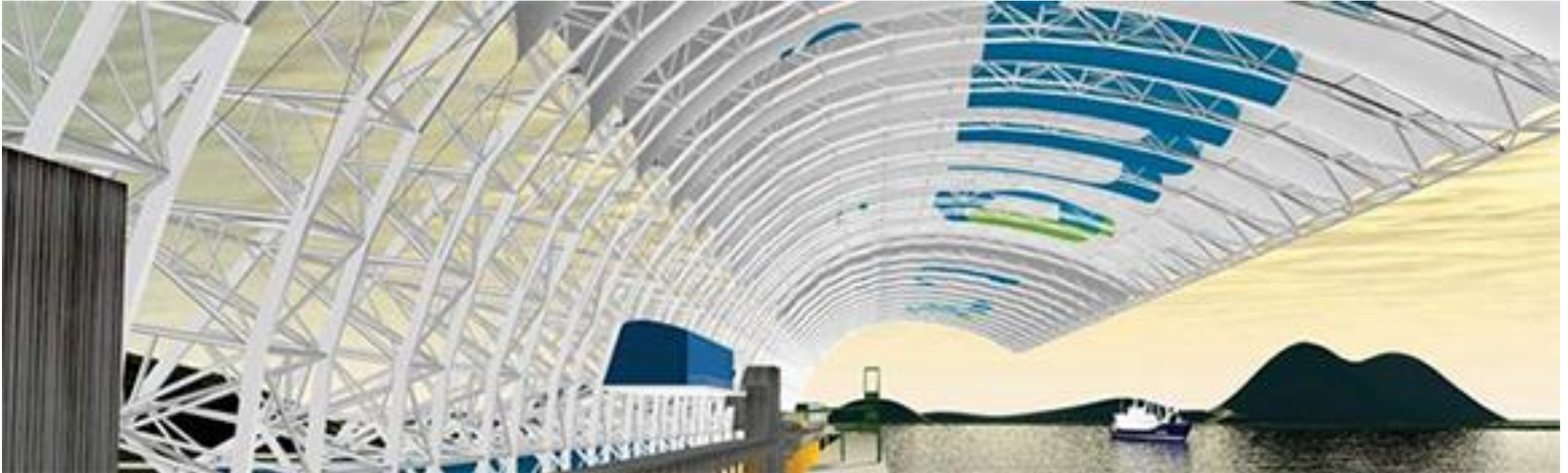


CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS (CNM), EM BRASÍLIA.



75 METROS DE COMPRIMENTO; EQUILIBRADA APENAS EM ALGUNS PONTOS; ESTRUTURA MISTA, EM AÇO E CONCRETO ARMADO. concreto armado nos subsolos e aço nos andares superiores, ressalta os vãos de até 18 metros e a transparência na fachada.

Porto de Santos



Para proteger cargas de granéis sensíveis à chuva, dois terminais do porto de Santos (SP) receberão cobertura com membrana tensionada, que possibilita vencer grandes vãos sem terças, sobre estrutura metálica autoportante, com balanço livre de 98 metros e desenvolvimento de arco de 128 metros.

Por que usar estruturas de aço?



Vantagens

Organização do canteiro de obra

Racionalização de material e de mão de obra

Alívio nas fundações

Vãos livres maiores

Menor prazo de execução

Garantia de níveis e prumos

Redução de acidentes

Facilidade de montagem e desmontagem

Otimização de ampliações e reformas

Compatibilidade com sistemas construtivos

Retorno financeiro mais rápido

Desvantagens

Mão de obra especializada

Custo elevado

TIPOS DE AÇOS ESTRUTURAIS

AÇO-CARBONO = liga formada por ferro, carbono e manganês

Percentuais:

$C \leq 2\%$



Carbono confere maior resistência, mas reduz a ductilidade

$Mn \leq 1,65\%$



Manganês confere maior resistência e possibilita processos de soldagem sem maiores cuidados

$Si \leq 0,6\%$



Silício facilita a moldagem a quente

$Cu \leq 0,35\%$



Cobre oferece proteção contra a corrosão

As ligas podem ser...

Baixo teor de carbono ($C \leq 0,29\%$)

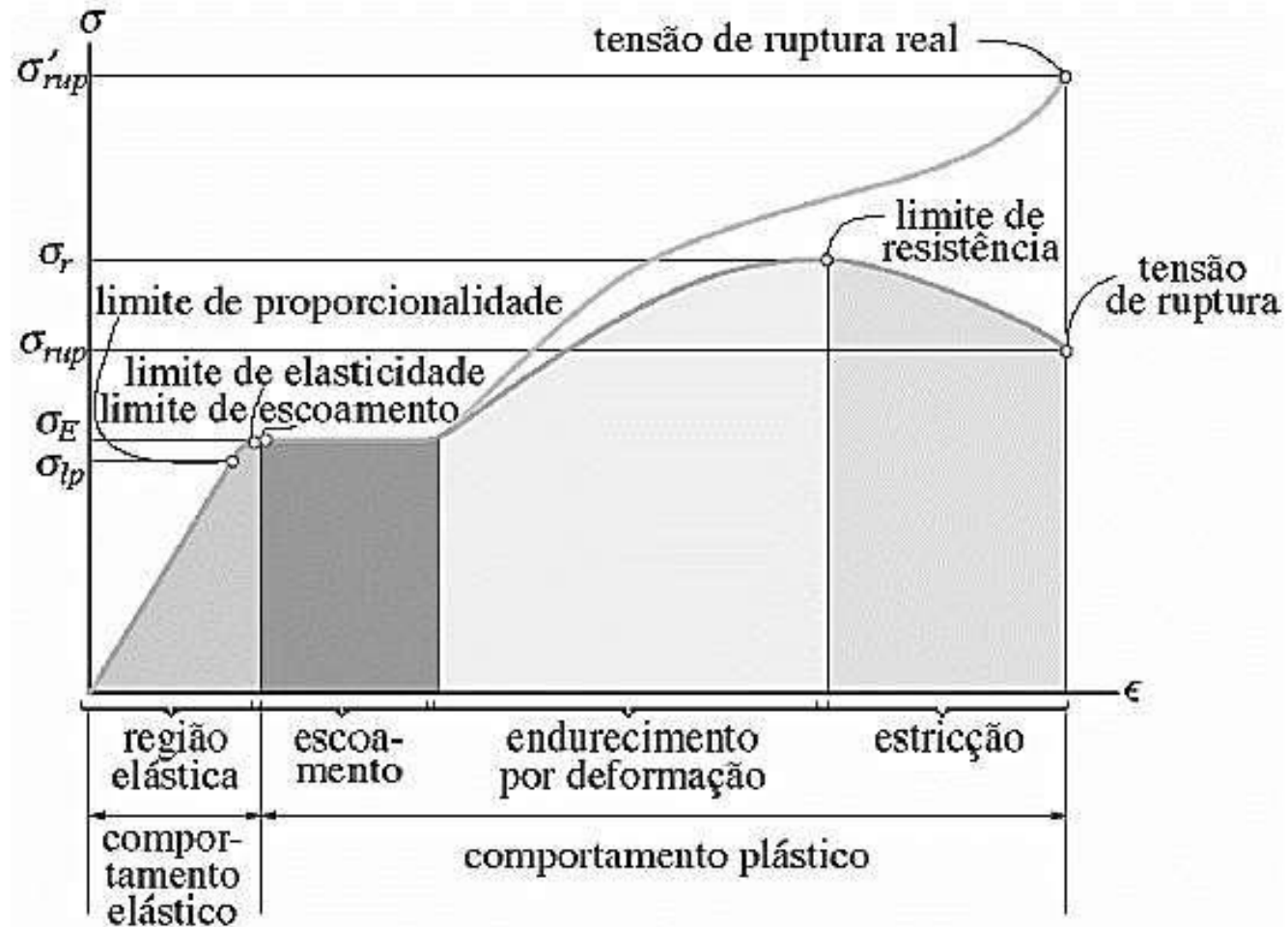
Médio teor de carbono ($0,3\% \leq C \leq 0,59\%$)

Alto teor de carbono ($0,6\% \leq C \leq 2\%$)

Aços estruturais



Diagrama tensão-deformação do aço



Diagramas tensão-deformação convencional e real para material dúctil (aço) (sem escala)

Especificações

Especificação	Teor de carbono	fy (MPa)	fu (MPa)
ABNT MR 250	BAIXO	250	400
AR 350	0,25-0,29	345-350	450
ASTM A307	BAIXO		415
ASTM A325	BAIXO	635	825

Padronização ABNT

MR 250 = aço de média resistência

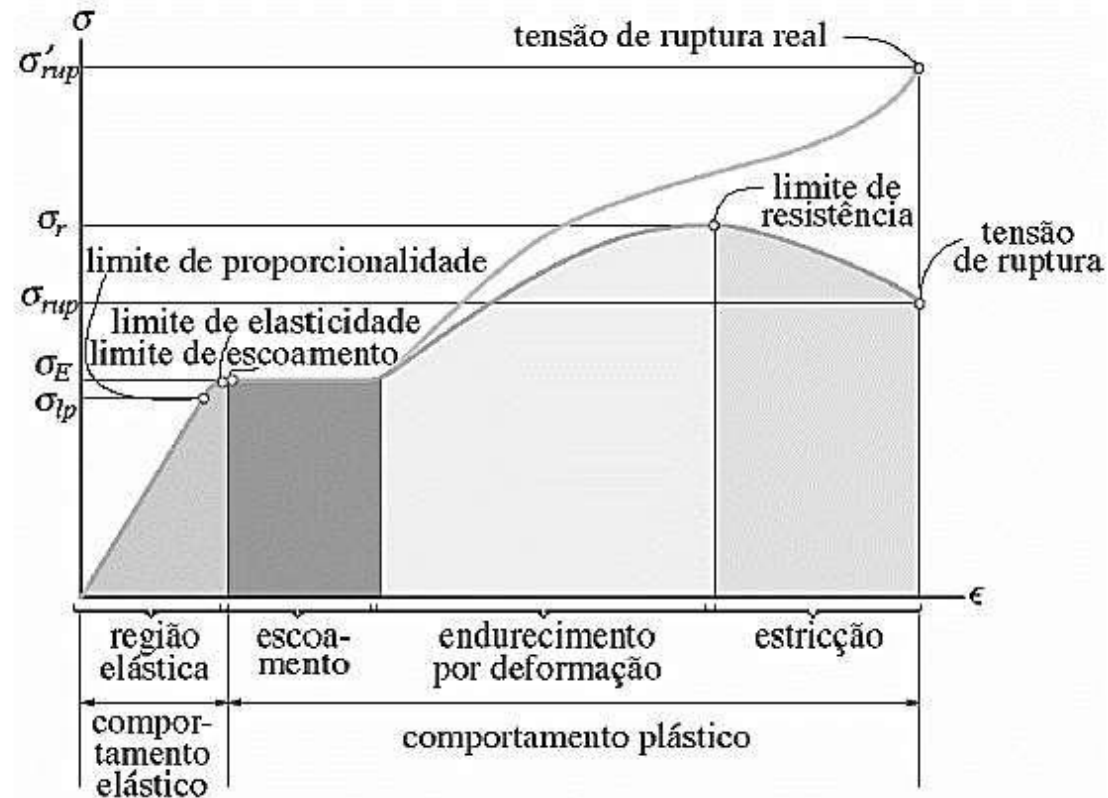
AR350 = Aço de alta resistência

AR-COR415 = Aço de alta resistência e resistente a corrosão

Aço MR250 = ASTM A36

Propriedades do aço

Ductilidade



Diagramas tensão-deformação convencional e real para material dúctil (aço) (sem escala)

Fragilidade: oposto de ductilidade;

Resiliência: capacidade de absorver energia mecânica em regime elástico

Tenacidade: energia total;

Dureza: resistência ao risco;

Fadiga

Propriedades do aço

Módulo de elasticidade = 200 a 210 MPa

Coeficiente de Poisson = 0,3

Coeficiente de dilatação térmica = $1,2 \times 10^{-6}$

Massa específica = 7.850 kg/m^3

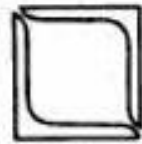
I

ALMA
MESA

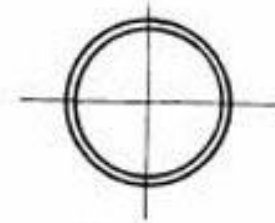
Seções transversais



SEÇÃO EM UMA
CANTONEIRA



SEÇÃO CAIXÃO EM
DUAS CANTONEIRAS



SEÇÃO TUBULAR



SEÇÃO EM
DUAS CANTONEIRAS
COM ABAS PARALELAS



SEÇÃO EM
DUAS CANTONEIRAS
COM ABAS EM CRUZ



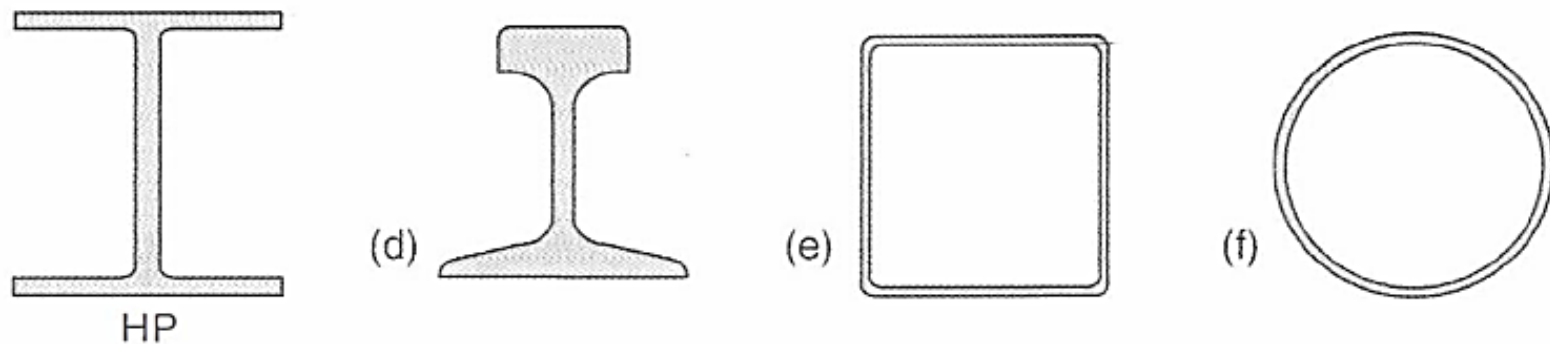
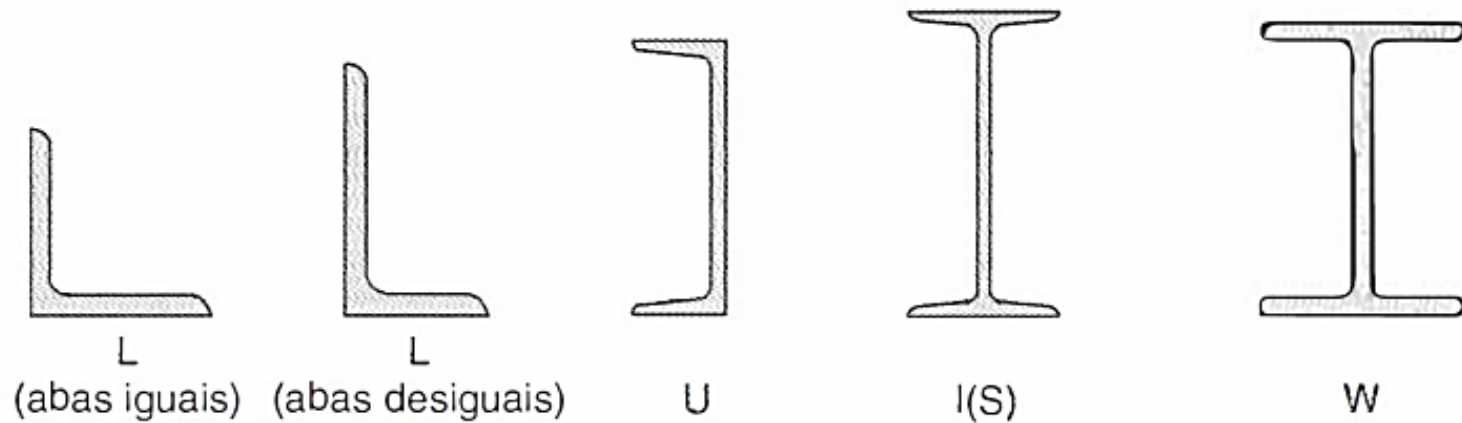
SEÇÃO H LAMINADO



SEÇÃO H SOLDADO

Seções transversais

Perfis laminados: grande eficiência estrutural, em forma de H, I, C, L.



Existem alguns padrões industriais com relação ao formato de perfis de aço.

Como identificar esses perfis?

Como identificar as características geométricas desses perfis?



Identificação de perfis usando tabelas de fabricantes

Como há um padrão industrial, os fabricantes disponibilizam tabelas de perfis com todas as características geométricas da seção

Primeiramente, deve-se identificar o tipo de perfil de acordo com a fabricação: **laminado ou soldado**

Produtos laminados

Indústria Norte-Americana:

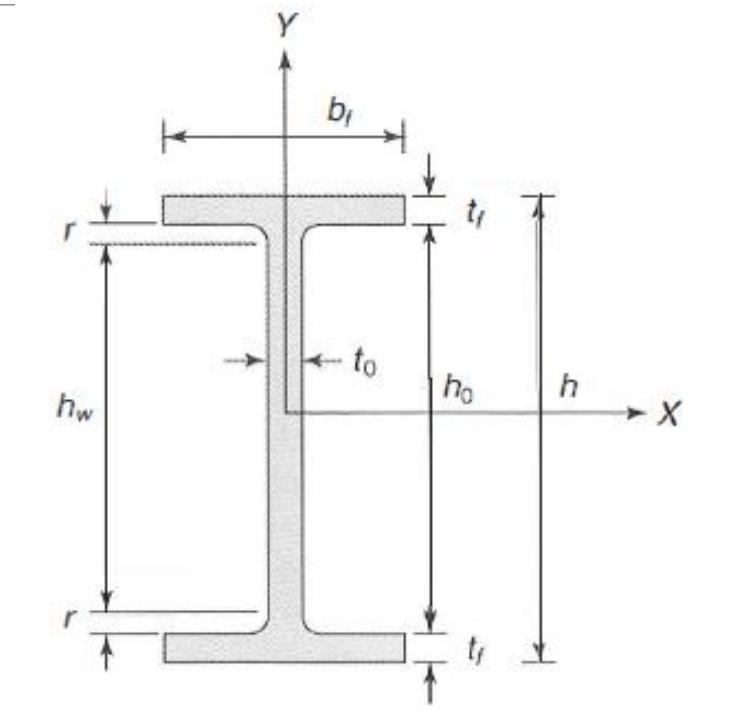
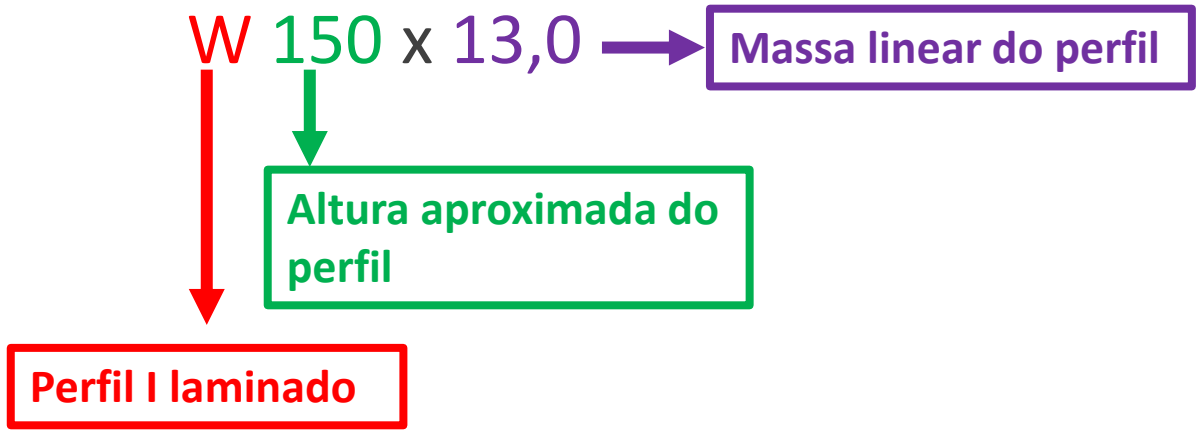
Perfil I – S(standard beam), com mesas de faces internas inclinadas.

Perfis tipos I aba larga e H – W (wide flange), com mesas de faces paralelas.

H – HP, com mesas de faces paralelas e espessura constante.

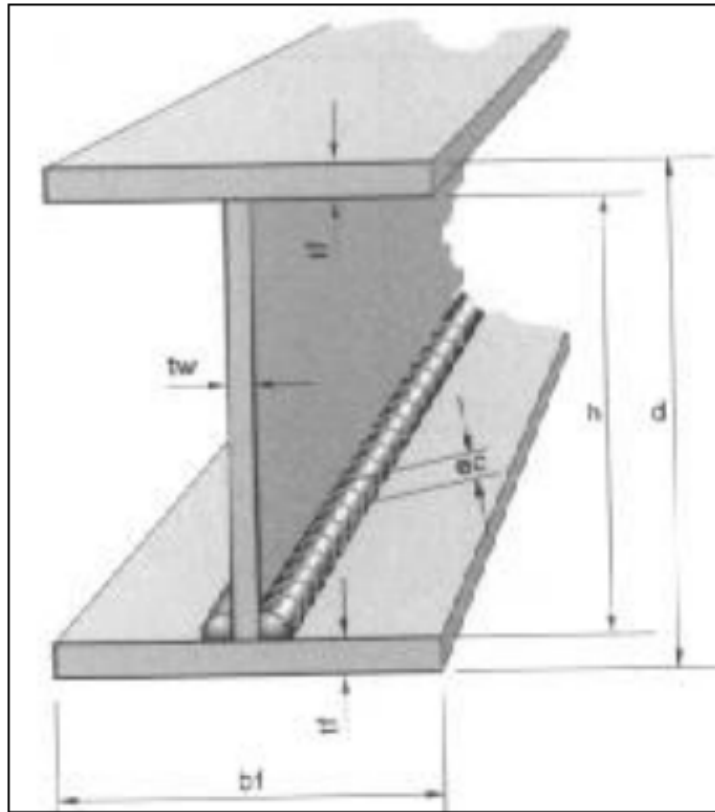
Um perfil laminado pode ser designado pelas suas dimensões externas nominais (altura, ou altura x largura), seguidas da massa do perfil em kg/m.

Ex: W 360 x 32,9 (perfil W de altura igual a 349 mm, massa 32,9 kg/m).



- ***Perfis soldados***

obtidos através da **soldagem** de várias chapas. Estão disponíveis no mercado em forma de I (composição de três chapas).



Séries Existentes

VS → altura/largura ≤ 4

CS → altura/largura = 1

CVS → $1 < \text{altura/largura} \leq 1,5$



Mas o que é um perfil CS, VS, CVS?

Perfis **CS** = **C**oluna **S**oldada

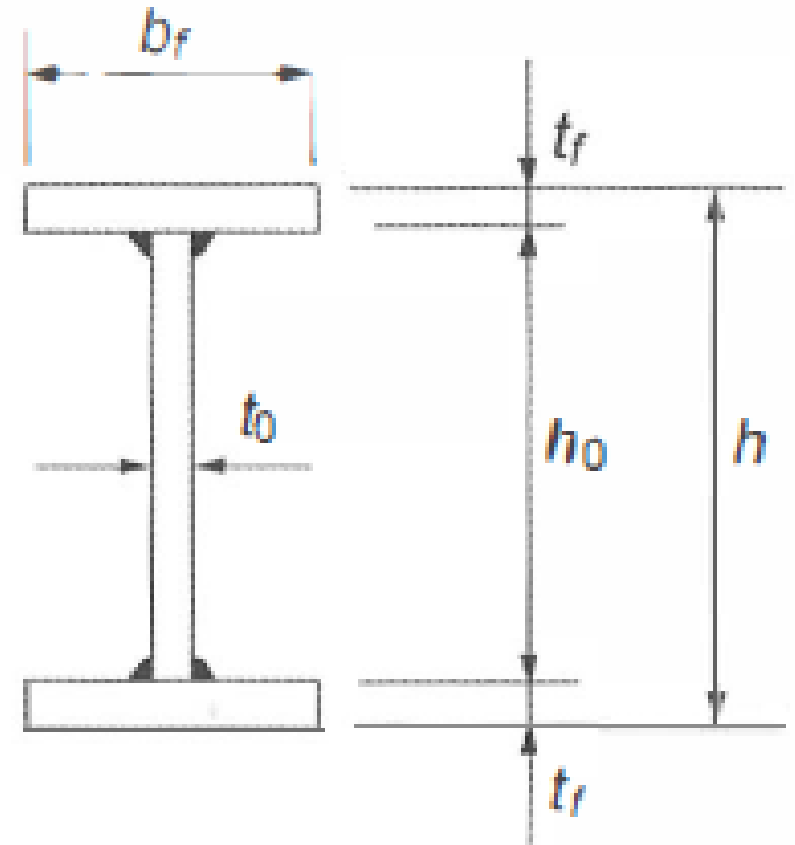
Perfis **VS** = **V**iga **S**oldada

Perfis **CVS** = **C**olunas e **V**igas **S**oldadas

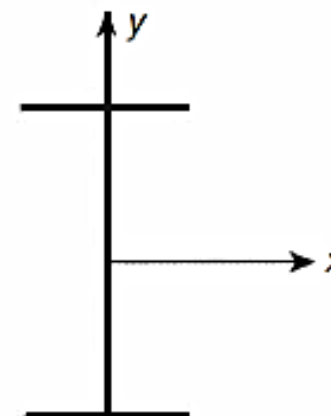
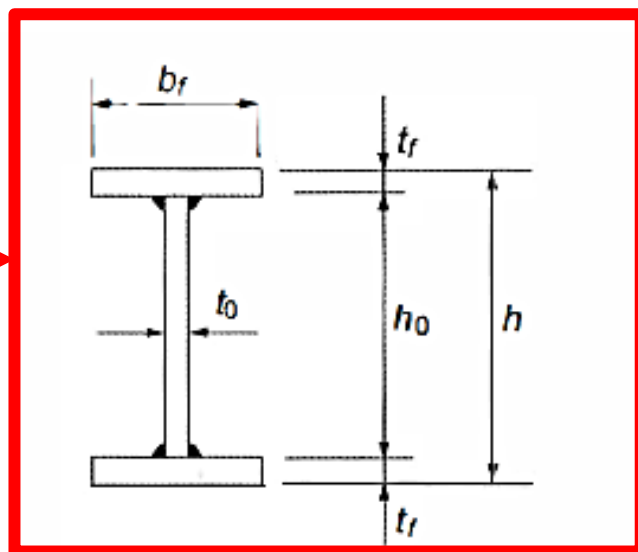
VS 400 x 49,0 → Massa linear do perfil

Altura aproximada do perfil

Perfil I soldado que tem características geométricas que favorecem o uso como viga

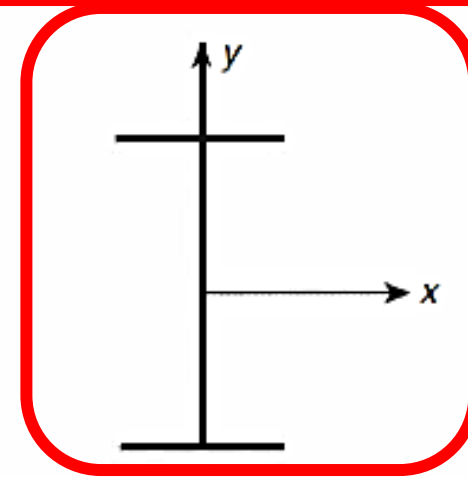
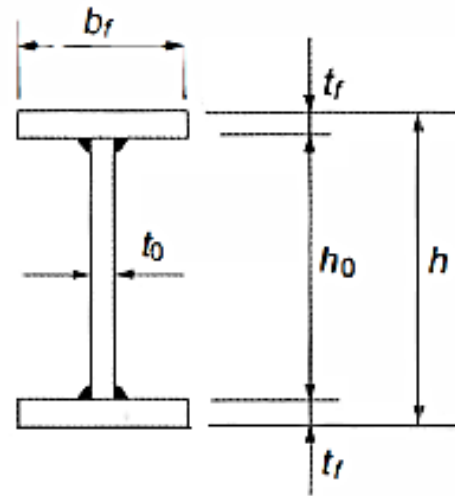


As tabelas de perfis de fabricantes sempre vem com um desenho indicando as dimensões de cada componente do perfil



Perfil	Massa	Alt.	Área	Alma		Mesa		Eixo X-X				Eixo X-Y			Solda	i_x/i_y	i_x	J	$b_f/2t_f$	h_o/t_o
				t_o	h_o	t_f	b_f	I_x	W_x	i_x	Z_x	I_y	W_y	i_y						
VS	m	h	A	mm	mm	mm	mm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	mm		cm	cm ⁴		
400 × 49	48,7	400	62,0	6,3	381	9,5	200	17 393	870	16,75	971	1 267	127	4,52	5	3,7	5,25	15	10,5	60,5
400 × 58	57,8	400	73,6	6,3	375	12,5	200	21 545	1 077	17,11	1 190	1 667	167	4,76	5	3,6	5,37	29	8,0	59,5
400 × 68	68,4	400	87,2	6,3	368	16,0	200	26 223	1 311	17,34	1 442	2 134	213	4,95	6	3,5	5,45	58	6,3	58,4

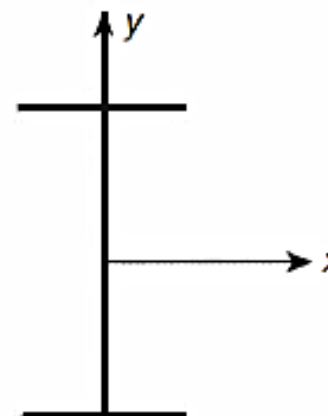
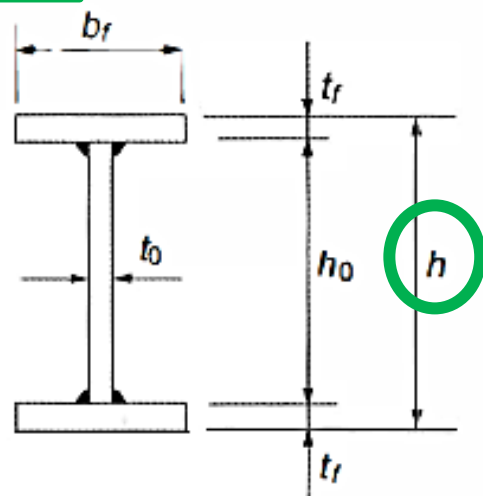
Indicação dos eixos, pois os mesmos são importantíssimos para definir as propriedades geométricas do perfil e, assim, evitar o uso errado dessas propriedades.



Perfil	Massa	Alt.	Área	Alma		Mesa		Eixo X-X				Eixo X-Y			Solda	i_x/i_y	i_x	J	$b_f/2t_f$	h_o/t_o
				t_o	h_o	t_f	b_f	I_x	W_x	i_x	Z_x	I_y	W_y	i_y						
VS	m	h	A	mm	mm	mm	mm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	mm		cm	cm ⁴		
400 × 49	48,7	400	62,0	6,3	381	9,5	200	17 393	870	16,75	971	1 267	127	4,52	5	3,7	5,25	15	10,5	60,5
400 × 58	57,8	400	73,6	6,3	375	12,5	200	21 545	1 077	17,11	1 190	1 667	167	4,76	5	3,6	5,37	29	8,0	59,5
400 × 68	68,4	400	87,2	6,3	368	16,0	200	26 223	1 311	17,34	1 442	2 134	213	4,95	6	3,5	5,45	58	6,3	58,4

Massa linear exata da seção transversal em kg/m

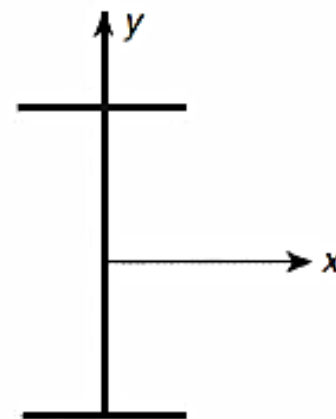
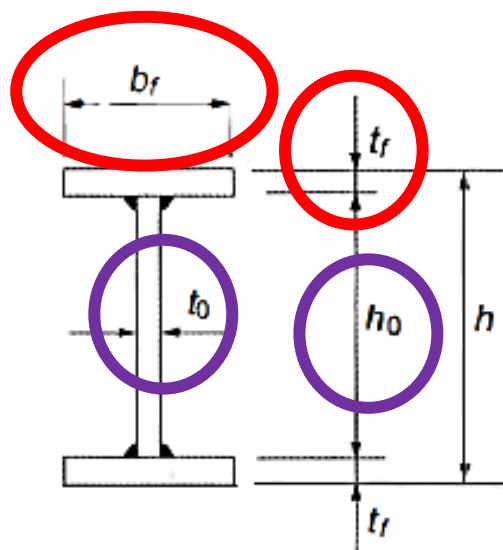
Indicação das Seções



Perfil	Massa	Alt.	Área	Alma		Mesa		Eixo X-X				Eixo X-Y			Solda	i_x/i_y	i_x	J	$b_f/2t_f$	h_o/t_o
				t_o	h_o	t_f	b_f	I_x	W_x	i_x	Z_x	I_y	W_y	i_y						
VS	m	h	A	mm	mm	mm	mm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	mm		cm	cm ⁴		
400 × 49	48,7	400	62,0	6,3	381	9,5	200	17 393	870	16,75	971	1 267	127	4,52	5	3,7	5,25	15	10,5	60,5
400 × 58	57,8	400	73,6	6,3	375	12,5	200	21 545	1 077	17,11	1 190	1 667	167	4,76	5	3,6	5,37	29	8,0	59,5
400 × 68	68,4	400	87,2	6,3	368	16,0	200	26 223	1 311	17,34	1 442	2 134	213	4,95	6	3,5	5,45	58	6,3	58,4

Altura da seção

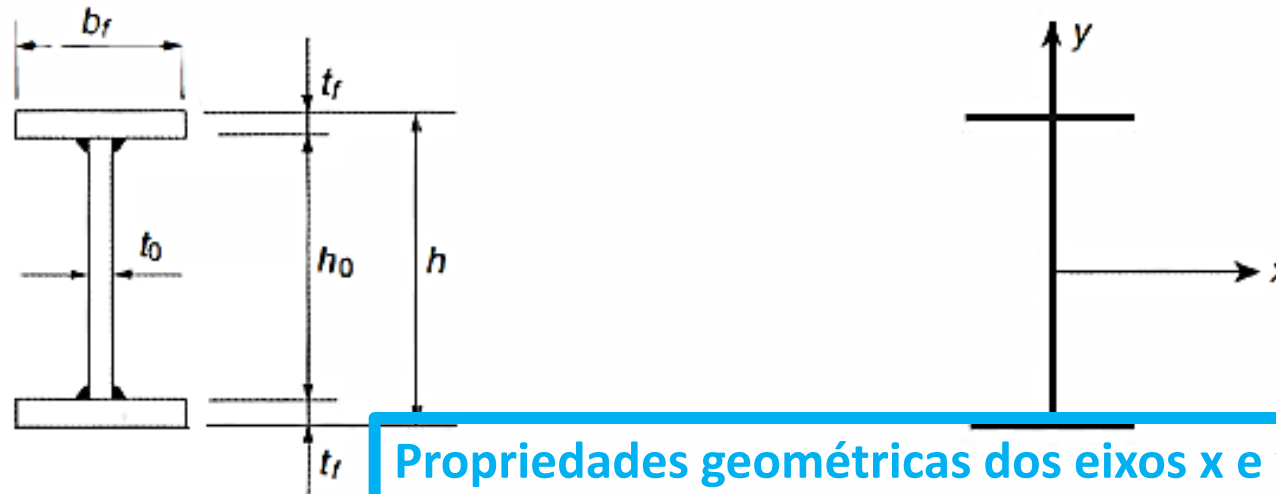
Área da seção transversal



Perfil	Massa <i>m</i>	Alt. <i>h</i>	Área <i>A</i>	Alma		Mesa		Eixo X-X				Eixo X-Y			Solda <i>b</i>	<i>i_y/i_x</i>	<i>i_r</i>	<i>J</i>	<i>h_y/2t_f</i>	<i>h_o/t_o</i>
				<i>t_o</i>	<i>h_o</i>	<i>t_f</i>	<i>b_f</i>	<i>I_x</i>	<i>W_x</i>	<i>i_x</i>	<i>Z_x</i>	<i>I_y</i>	<i>W_y</i>	<i>i_y</i>						
VS	kg/m	mm	cm ²	mm	mm	mm	mm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	mm		cm	cm ⁴		
400 × 49	48,7	400	62,0	6,3	381	9,5	200	17 393	870	16,75	971	1 267	127	4,52	5	3,7	5,25	15	10,5	60,5
400 × 58	57,8	400	73,6	6,3	375	12,5	200	21 545	1 077	17,11	1 190	1 667	167	4,76	5	3,6	5,37	29	8,0	59,5
400 × 68	68,4	400	87,2	6,3	368	16,0	200	26 223	1 311	17,34	1 442	2 134	213	4,95	6	3,5	5,45	58	6,3	58,4

Dimensões da alma

Dimensões da mesa



Propriedades geométricas dos eixos x e y

Perfil	Massa	Alt.	Área	Alma		Mesa		Eixo X-X				Eixo X-Y			Solda	i_x/i_y	i_r	J	$b_f/2t_f$	h_o/t_o
				t_o	h_o	t_f	b_f	I_x	W_x	i_x	Z_x	I_y	W_y	i_y						
VS	m	h	A	mm	mm	mm	mm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	mm		cm	cm ⁴		
400 × 49	48,7	400	62,0	6,3	381	9,5	200	17 393	870	16,75	971	1 267	127	4,52	5	3,7	5,25	15	10,5	60,5
400 × 58	57,8	400	73,6	6,3	375	12,5	200	21 545	1 077	17,11	1 190	1 667	167	4,76	5	3,6	5,37	29	8,0	59,5
400 × 68	68,4	400	87,2	6,3	368	16,0	200	26 223	1 311	17,34	1 442	2 134	213	4,95	6	3,5	5,45	58	6,3	58,4

Momento de inércia

Módulo elástico

Raio de giração

Módulo plástico

Momento polar de inércia