

ESTRUTURAS EM AÇO

02 – Materiais



Brazil Steel Databook
Anuário Estatístico 2023



**INSTITUTO
FEDERAL**
Sul-rio-grandense
Câmpus
Passo Fundo

Indústria do Aço Brasileira e Mundial

World and Brazilian Steel Industry

Unid./Unit: 10⁶ t

PRODUÇÃO DE AÇO BRUTO/ CRUDE STEEL PRODUCTION	1980	1990	2000	2010	2020	2022
Mundial/ <i>World</i> - (A)	715,6	770,5	848,9	1.433,4	1.882,1	1.884,2
América Latina/ <i>Latin America</i> - (B)	28,9	38,2	56,1	61,7	55,8	62,1
Brasil/ <i>Brazil</i> - (C)	15,3	20,6	27,9	32,9	31,4	34,1
C/A (%)	2,1	2,7	3,3	2,3	1,7	1,8
C/B (%)	52,9	53,9	49,7	53,3	56,3	54,9
Posição Relativa do Brasil no Mundo/ <i>Brazil's Ranking Worldwide</i>	10 ^o 10 th	9 ^o 9 th	8 ^o 8 th	9 ^o 9 th	9 ^o 9 th	9 ^o 9 th

Fonte/Source : worldsteel/ALACERO/Aço Brasil



**Consumo Aparente de Aço Bruto/
Apparent Consumption of Crude Steel**

Unid./Unit: 10⁶t

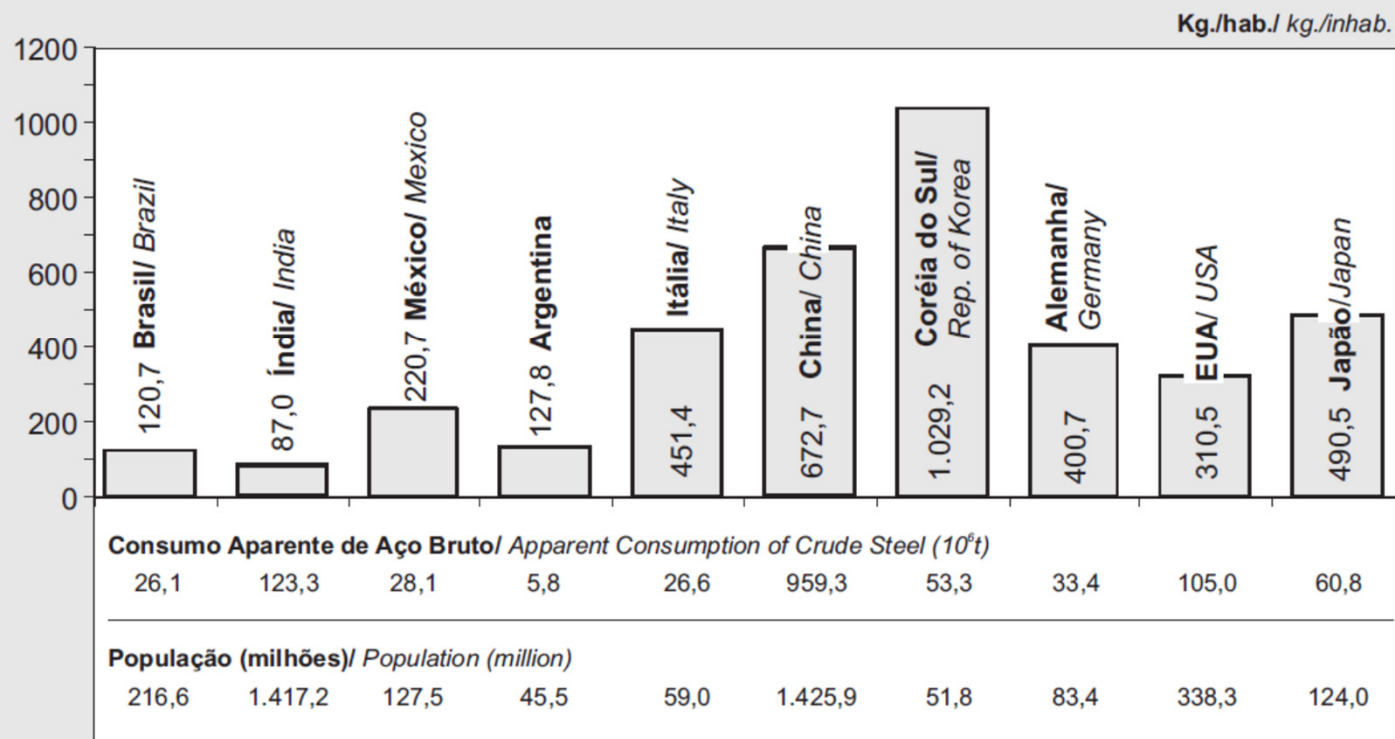
País/Country	2017	2018	2019	2020	2021	2022
China	806	871	950	1.050	994	959
Índia/ India	101	107	109	94	113	123
EUA/ USA	110	112	108	89	108	105
Japão/ Japan	70	71	70	56	64	61
Coréia do Sul/ South Korea	59	56	55	51	58	53
Rússia/ Russia	45	43	46	45	46	44
Alemanha/ Germany	43	42	37	33	38	33
México/ Mexico	29	29	28	24	29	28
Itália/ Italy	26	27	27	22	28	27
Brasil/ Brazil	22	24	23	24	29	26
Argentina	6	6	4	4	6	6
Ucrânia / Ukraine	5	5	5	5	5	2

Fonte/ Source: Aço Brasil / worldsteel



Consumo Per Capita de Aço Bruto - 2022

Crude Steel Per Capita Consumption - 2022



Fonte/ Source: Aço Brasil / worldsteel



1 Produção Mundial de Aço Bruto

World Crude Steel Production

Unid./Unit: 10⁶t

PAÍS/ COUNTRY	2017	2018	2019	2020	2021	2022 (*)	2022 (%)
China / China	870,7	929,0	995,4	1.064,8	1.035,2	1.018,0	54,0
Índia / India	101,5	109,3	111,4	100,3	118,2	125,3	6,7
Japão / Japan	104,7	104,3	99,3	83,2	96,3	89,2	4,7
EUA / USA	81,6	86,6	87,8	72,7	85,8	80,5	4,3
Rússia / Russia	70,5	72,1	71,7	71,6	77,0	71,5	3,8
Coréia do Sul / Rep. of Korea	71,0	72,5	71,4	67,1	70,4	65,8	3,5
Alemanha / Germany	43,3	42,4	39,6	35,7	40,2	36,8	2,0
Turquia / Turkey	37,5	37,3	33,7	35,8	40,4	35,1	1,9
Brasil / Brazil	34,8	35,4	32,6	31,4	36,1	34,1	1,8
Irã / Iran	21,2	24,5	25,6	29,0	28,3	30,6	1,6
Itália / Italy	24,0	24,5	23,2	20,4	24,4	21,6	1,1
Formosa / Taiwan	22,4	23,2	22,0	21,0	23,2	20,8	1,1
Vietnã / Vietnam	11,5	15,5	17,5	19,9	23,0	20,0	1,1
México / Mexico	19,9	20,1	18,7	16,6	18,5	18,1	1,0
Indonésia / Indonesia	5,2	6,2	8,6	12,9	14,8	15,6	0,8
França / France	15,5	15,4	14,5	11,6	13,9	12,1	0,6



Canadá / <i>Canada</i>	13,2	13,4	12,9	11,0	13,0	12,1	0,6
Espanha / <i>Spain</i>	14,4	14,3	13,6	11,0	14,2	11,5	0,6
Malásia / <i>Malasya</i>	3,2	4,1	6,9	6,6	9,1	10,0	0,5
Egito / <i>Egypt</i>	6,9	7,8	7,3	8,2	10,3	9,8	0,5
Arábia Saudita / <i>Saudi Arabia</i>	4,8	8,2	8,2	7,8	8,7	9,1	0,5
Áustria / <i>Austria</i>	8,1	6,9	7,4	6,8	7,9	7,5	0,4
Polônia / <i>Poland</i>	10,3	10,2	9,0	7,9	8,5	7,4	0,4
Bélgica / <i>Belgium</i>	7,8	8,0	7,8	6,1	6,9	7,0	0,4
Ucrânia / <i>Ukraine</i>	21,4	21,1	20,8	20,6	21,4	6,3	0,3
Países Baixos / <i>Netherlands</i>	6,8	6,8	6,7	6,1	6,6	6,1	0,3
Reino Unido / <i>United Kingdom</i>	7,5	7,3	7,2	7,1	7,2	6,0	0,3
Austrália / <i>Australia</i>	5,3	5,7	5,5	5,5	5,8	5,7	0,3
Tailândia / <i>Thailand</i>	6,7	6,4	4,2	4,5	5,5	5,3	0,3
Bangladesh / <i>Bangladesh</i>	3,5	3,8	5,1	5,5	5,5	5,2	0,3
Argentina / <i>Argentina</i>	4,6	5,2	4,6	3,7	4,9	5,1	0,3
África do Sul / <i>South Africa</i>	6,3	6,3	6,2	3,9	5,0	4,4	0,2
Rep. Tcheca / <i>Czech Republic</i>	4,6	4,9	4,4	4,5	4,8	4,3	0,2
Eslováquia / <i>Slovakia</i>	5,0	4,9	3,9	3,4	4,9	3,9	0,2
Outros / <i>Others</i>	61,0	64,9	62,5	57,9	66,4	62,4	3,3
TOTAL	1.736,7	1.828,5	1.877,2	1.882,1	1.962,3	1.884,2	100,0

(*) Dados preliminares./*Preliminary figures.*

Fonte/ *Source:* worldsteel/ALACERO/Aço Brasil



3 Produção de Aço Bruto da América Latina

Crude Steel Production in Latin America

PAÍS/ COUNTRY	Unid./Unit: 10 ³ t						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022 (*)	2022 (%)
Brasil / Brazil	34.778	35.407	32.569	31.415	36.071	34.089	54,9
México / Mexico	19.924	20.128	18.692	16.555	18.454	18.144	29,2
Argentina	4.624	5.162	4.645	3.651	4.875	5.094	8,2
Colômbia / Colombia	1.253	1.219	1.333	1.149	1.338	1.320	2,1
Chile	1.158	1.145	1.133	1.157	1.318	1.151	1,9
Peru	1.207	1.217	1.230	731	1.234	1.102	1,8
Equador / Ecuador	561	583	607	482	612	536	0,9
América Central / Central America	390	399	408	324	409	360	0,6
Cuba	221	225	230	185	231	200	0,3
Uruguai / Uruguay	58	60	62	49	63	55	0,1
Venezuela	444	129	51	29	29	27	0,0
Paraguai / Paraguay	24	25	26	23	26	24	0,0
TOTAL	64.642	65.699	60.986	55.750	64.660	62.102	100,0

(*) Dados preliminares./Preliminary figures.

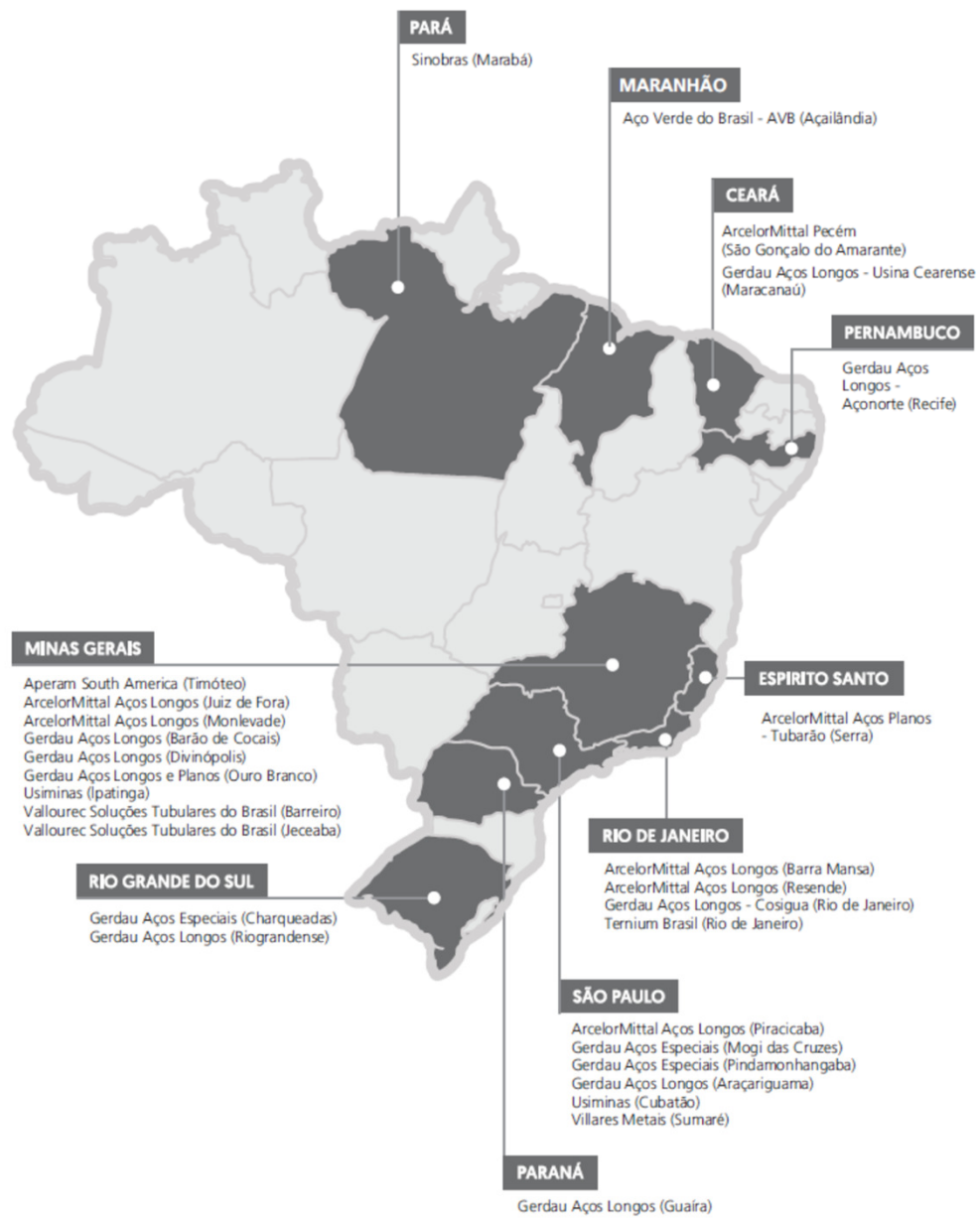
Fonte/Source: ALACERO/Aço Brasil



6 Produção de Aço Bruto por Empresa

Crude Steel Production by Company

EMPRESA/COMPANY	Unid./Unit: 10 ³ t					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Aço Verde do Brasil	144	279	338	321	345	388
Aperam	716	709	688	696	754	691
ArcelorMittal Aços Longos	2.891	3.135	2.870	3.007	3.184	4.053
ArcelorMittal Sul Fluminense (*)	1.032	1.010	720	737	888	-
ArcelorMittal Tubarão	7.198	7.043	6.268	4.973	7.089	6.641
CSN	4.426	4.199	3.043	3.810	4.260	3.773
CSP	2.455	2.978	2.866	2.743	2.811	2.794
Gerdau	6.955	6.654	6.301	6.220	6.974	6.496
SIMEC	284	480	671	988	848	873
Sinobras	389	345	345	330	367	392
Ternium Brasil	4.497	4.606	4.379	4.138	4.529	4.424
Usiminas	3.012	3.086	3.264	2.760	3.178	2.655
Vallourec	671	769	705	588	710	776
Villares Metals	108	114	111	104	134	133
TOTAL	34.778	35.407	32.569	31.415	36.071	34.089



O **ACO** é uma liga de ferro e carbono (0,008% a 2,1%) com outros elementos adicionais.

Aço-Carbono: são os tipos mais usados, sendo o carbono responsável pelo aumento da resistência e da dureza, reduzindo a ductilidade. (ASTM A36, A570).

$C < 0,3\%$ - Baixo carbono

$0,3\% < C < 0,6\%$ - Médio carbono

$C > 0,6\%$ - Alto carbono

Aço de Baixa Liga: são os aços-carbono com adição de alguns elementos de liga (Si, Mn, Cu, S, P, Ni, Cr, Nb, Ti, etc), que provocam aumento da resistência mecânica e à corrosão atmosférica (ASTM A572, ASTM A588).

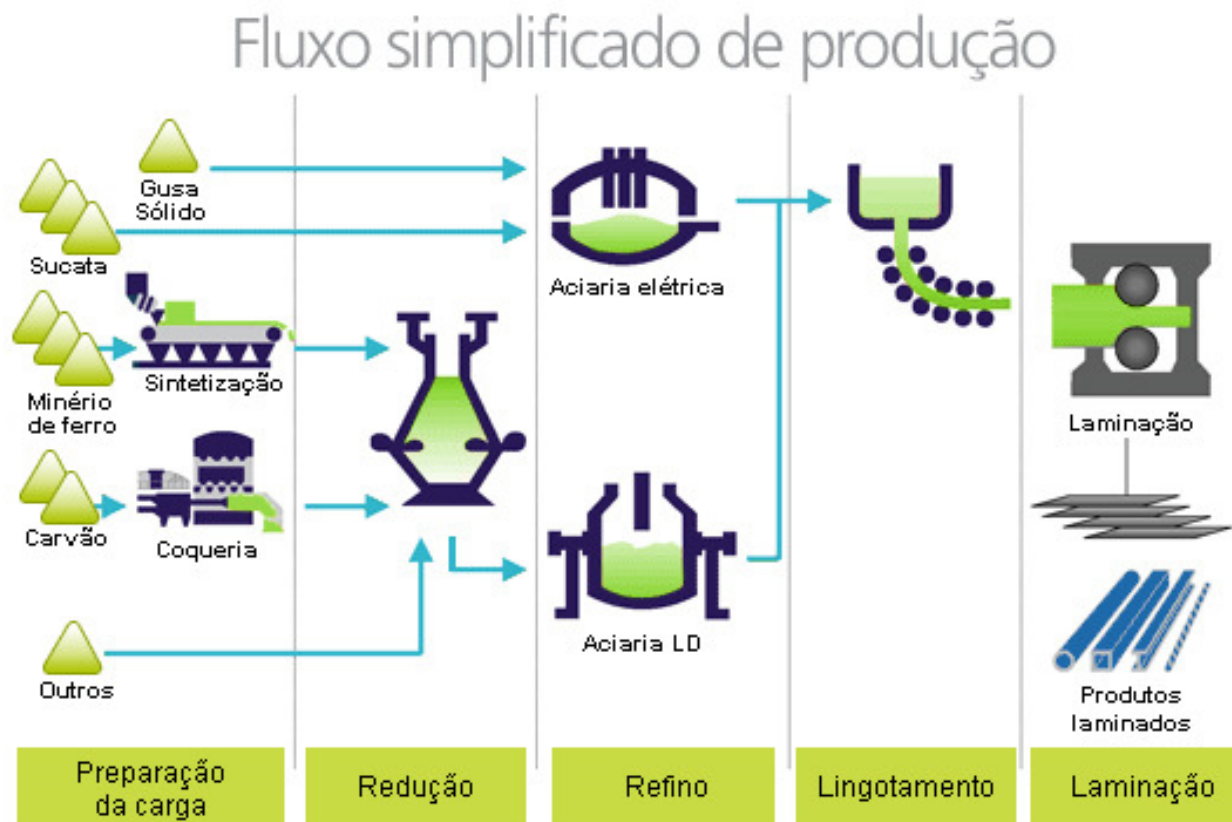
Aços com Tratamento Térmico: são os aços-carbono ou os de baixa liga com resistências aumentadas por tratamento térmico (ASTM A325, ASTM A490).



PROCESSO SIDERÚRGICO

VÍDEO: PROCESSO SIDERÚRGICO

<https://www.youtube.com/watch?v=bUiBC8c1h4M>



Fonte: www.acobrasil.org.br

Prof. Dr. Rodrigo Bordignon



ABNT NBR 8800:2008 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios.

Esta Norma, com base no método dos estados-limites, estabelece os requisitos básicos que devem ser obedecidos no projeto à temperatura ambiente de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações.

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



Número de referência
ABNT NBR 8800:2008
237 páginas

© ABNT 2008

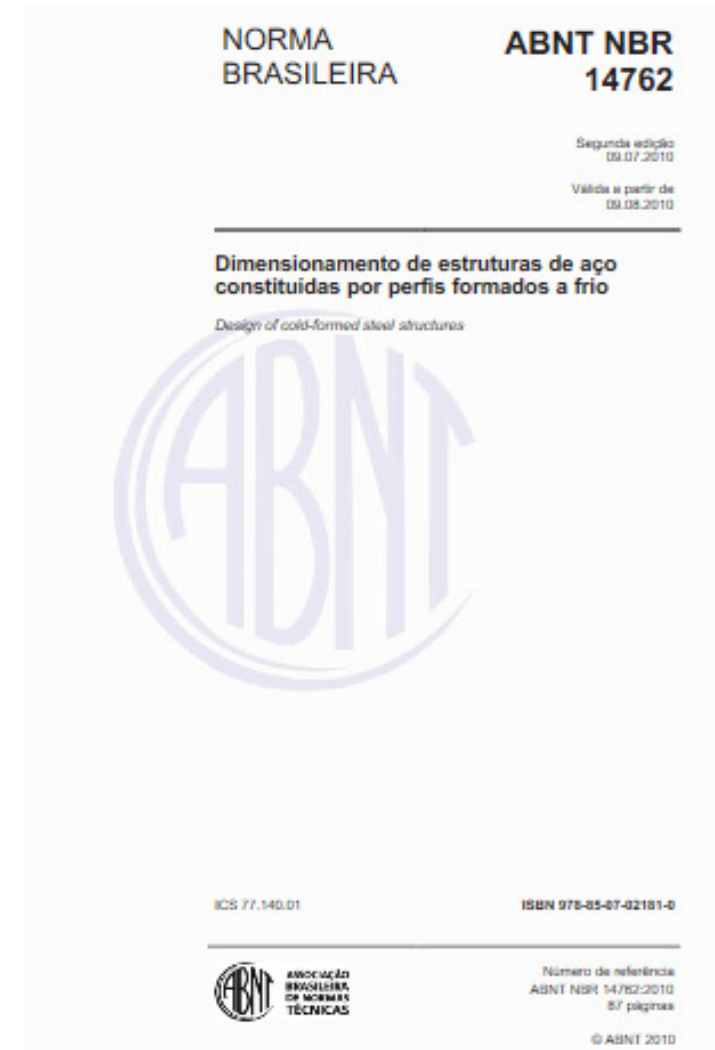
Prof. Dr. Rodrigo Bordignon



**INSTITUTO
FEDERAL**
Sul-rio-grandense
Câmpus
Passo Fundo

ABNT NBR 14762:2010 Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio.

Esta Norma , com base no método dos estados-limites, estabelece os requisitos básicos que devem ser obedecidos no dimensionamento, à temperatura ambiente, de perfis estruturais de aço formados a frio, constituídos por chapas ou tiras de aço-carbono ou aço de baixa liga, conectados por parafusos ou soldas e destinados a estruturas de edifícios.



(NBR 8800:2008 - 4.5.2.2) Aços para perfis, barras e chapas

- Resistência ao escoamento $f_y \leq 450$ MPa;
- Relação $f_u/f_y \geq 1,18$.

(4.5.2.9) Propriedades mecânicas gerais

- Módulo de Elasticidade longitudinal (E): 200 GPa;
- Coeficiente de Poisson: 0,3;
- Módulo de elasticidade transversal (G): 77 GPa;
- Coeficiente de dilatação térmica: $1,2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$;
- Massa específica: 7850 kg /m³.



(NBR 8800:2008 - Anexo A) Aços esp. por Normas Brasileiras para uso estrutural

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



(NBR 8800:2008 - Anexo A) Aços esp. por Normas Brasileiras para uso estrutural

Classificação	Denominação	Produto	Grupo de perfil ^{a,b} ou faixa de espessura disponível	Grau	f_y MPa	f_u MPa	
Aços-carbono	A36	Perfis	1, 2 e 3	-	250	400 a 550	
		Chapas e barras ^c	$t \leq 200$ mm				
	A500	Perfis	4	A	230	310	
Aços de baixa liga e alta resistência mecânica	A572	Perfis	1, 2 e 3	B	290	400	
				42	290	415	
				50	345	450	
		Chapas e barras ^{c)}	1 e 2	55	380	485	
				60	415	520	
				65	450	550	
	Chapas e barras ^{c)}	$t \leq 150$ mm	42	290	415		
			50	345	450		
			55	380	485		
	Chapas e barras ^{c)}	$t \leq 100$ mm	55	380	485		
			60	415	520		
			65	450	550		
A992 ^d	Perfis	1, 2 e 3	-	345 a 450	450		
Aços de baixa liga e alta resistência mecânica resistentes à corrosão atmosférica	A242	Perfis	1	-	345	485	
			2	-	315	480	
			3	-	290	435	
	Chapas e barras ^{c)}	$t \leq 19$ mm	-	345	480		
			$19 \text{ mm} < t \leq 37,5$ mm	-	315	480	
			$37,5 \text{ mm} < t \leq 100$ mm	-	290	435	
	A588	Perfis	1 e 2	-	345	485	
				$t \leq 100$ mm	-	345	480
				$100 \text{ mm} < t \leq 125$ mm	-	315	480
Chapas e barras ^{c)}	$125 \text{ mm} < t \leq 200$ mm	-	290	435			
		-	290	435			
Aços de baixa liga temperados e auto-revenidos	A913	Perfis	1 e 2	50	345	450	
				60	415	520	
				65	450	550	

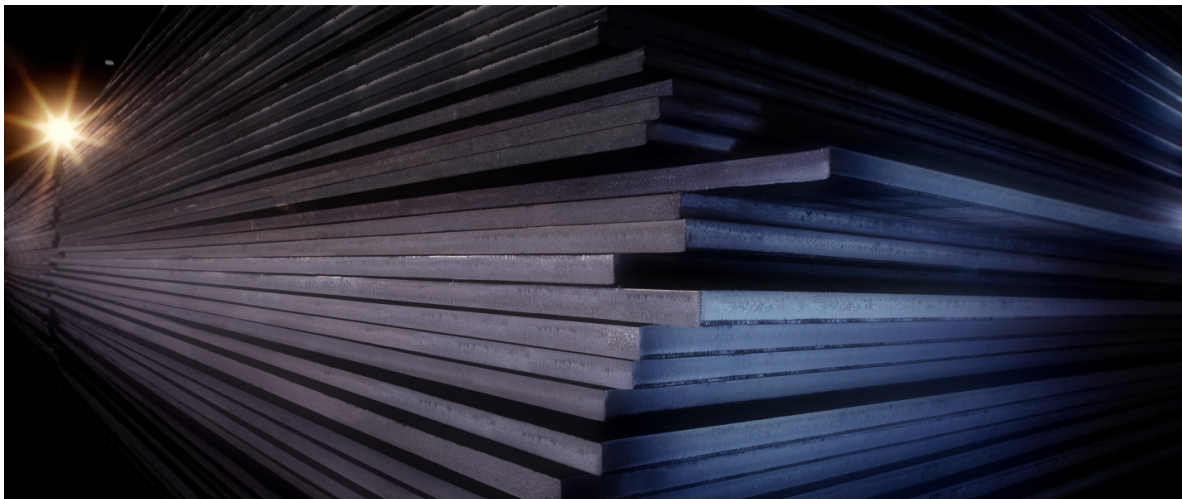
CBCA | Videoaula 8: Aços Estruturais

<https://www.youtube.com/watch?v=af3nb92wXVw>



CHAPAS GROSSAS

Espessuras de 6,30 mm a 100 mm e larguras de 1.000 mm a 2.440 mm



pol./MSG	mm	kg/m ²
1/4"	6,3	49,46
5/16"	8,0	62,80
3/8"	9,5	74,58
1/2"	12,5	98,13
5/8"	16,0	125,60
3/4"	19,0	149,15
7/8"	22,4	175,84
1"	25,4	196,25
1.1/4"	31,5	247,28
1.1/2"	37,5	294,38
1.3/4"	44,5	349,33
2"	50,0	392,50
2.1/2"	63,0	494,55
3"	75,0	588,75
4"	100,0	785,00



CHAPAS FINAS

Laminação a Frio, com espessuras que variam de 0,45 mm a 2,25 mm e larguras-padrão de 1.000 mm a 1.800 mm.



pol./MSG	mm	kg/m ²
26"	0,45	3,53
24"	0,60	4,71
22"	0,75	5,89
21"	0,85	6,67
20"	0,90	7,06
19"	1,06	8,32
18"	1,20	9,42
16"	1,50	11,78
14"	1,90	14,92
13"	2,25	17,66

CHAPAS FINAS

Laminação a Quente, em espessuras de 1,20 mm a 4,75 mm e larguras-padrão de 1.000 mm a 1.800 mm.



pol./MSG	mm	kg/m ²
18"	1,20	9,42
16"	1,50	11,78
14"	1,90	14,92
14"	2,00	15,70
13"	2,25	17,66
12"	2,65	20,80
11"	3,00	23,55
10"	3,35	26,30
09"	3,75	29,44
09"	4,00	31,40
08"	4,25	33,36
07"	4,50	35,32
3/16"	4,75	37,29



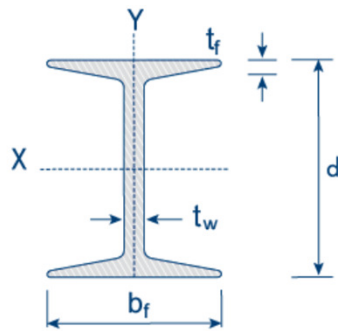
PERFIS LAMINADOS

São perfis obtidos a partir de laminação à quente. Pode-se destacar: cantoneiras “L”, perfis “I”, “H” e “U” em comprimentos de 6000mm e 12000mm.

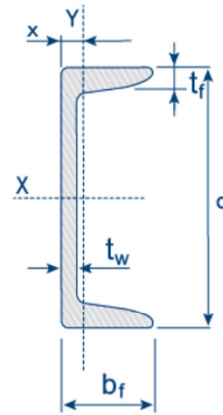


PERFIS LAMINADOS

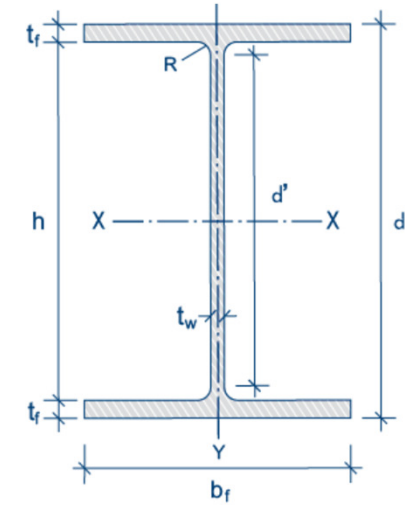
GEOMETRIA



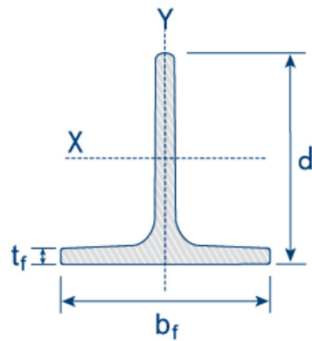
PERFIL I



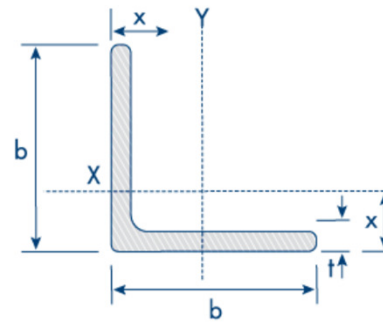
PERFIL U



PERFIL W e HP



PERFIL T



CANTONEIRAS ABAS IGUAIS

PERFIS LAMINADOS: “W”, “HP”

BITOLA mm x kg/m	Massa Linear kg/m	d mm	b _f mm	ESPESSURA				EIXO X - X					EIXO Y - Y					ESBELTEZ				BITOLA in x lb/ft	
				t _w mm	t _f mm	h mm	d' mm	Área cm ²	I _x cm ⁴	W _x cm ³	r _x cm	Z _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³	r _y cm	Z _y cm ³	r _t cm	I _t cm ⁴	Mesa - λ _t b _f /2.t _f	Alma - λ _w d'/t _w	C _w cm ⁶		u m ² /m
W 150 x 13,0	13,0	148	100	4,3	4,9	138	118	16,6	635	85,8	6,18	96,4	82	16,4	2,22	25,5	2,60	1,72	10,20	27,49	4,181	0,67	W 6 x 8,5
W 150 x 18,0	18,0	153	102	5,8	7,1	139	119	23,4	939	122,8	6,34	139,4	126	24,7	2,32	38,5	2,69	4,34	7,18	20,48	6,683	0,69	W 6 x 12
W 150 x 22,5 (H)	22,5	152	152	5,8	6,6	139	119	29,0	1229	161,7	6,51	179,6	387	50,9	3,65	77,9	4,10	4,75	11,52	20,48	20,417	0,88	W 6 x 15
W 150 x 24,0	24,0	160	102	6,6	10,3	139	115	31,5	1384	173,0	6,63	197,6	183	35,9	2,41	55,8	2,73	11,08	4,95	17,48	10,206	0,69	W 6 x 16
W 150 x 29,8 (H)	29,8	157	153	6,6	9,3	138	118	38,5	1739	221,5	6,72	247,5	556	72,6	3,80	110,8	4,18	10,95	8,23	17,94	30,277	0,90	W 6 x 20
W 150 x 37,1 (H)	37,1	162	154	8,1	11,6	139	119	47,8	2244	277,0	6,85	313,5	707	91,8	3,84	140,4	4,22	20,58	6,84	14,67	39,930	0,91	W 6 x 25
W 200 x 15,0	15,0	200	100	4,3	5,2	190	170	19,4	1305	130,5	8,20	147,9	87	17,4	2,12	27,3	2,55	2,05	9,62	39,44	8,222	0,77	W 8 x 10
W 200 x 19,3	19,3	203	102	5,8	6,5	190	170	25,1	1686	166,1	8,19	190,6	116	22,7	2,14	35,9	2,59	4,02	7,85	29,31	11,098	0,79	W 8 x 13
W 200 x 22,5	22,5	206	102	6,2	8,0	190	170	29,0	2029	197,0	8,37	225,5	142	27,9	2,22	43,9	2,63	6,18	6,38	27,42	13,868	0,79	W 8 x 15
W 200 x 26,6	26,6	207	133	5,8	8,4	190	170	34,2	2611	252,3	8,73	282,3	330	49,6	3,10	76,3	3,54	7,65	7,92	29,34	32,477	0,92	W 8 x 18
W 200 x 31,3	31,3	210	134	6,4	10,2	190	170	40,3	3168	301,7	8,86	338,6	410	61,2	3,19	94,0	3,60	12,59	6,57	26,50	40,822	0,93	W 8 x 21
W 200 x 35,9 (H)	35,9	201	165	6,2	10,2	181	161	45,7	3437	342,0	8,67	379,2	764	92,6	4,09	141,0	4,50	14,51	8,09	25,90	69,502	1,03	W 8 x 24
W 200 x 41,7 (H)	41,7	205	166	7,2	11,8	181	157	53,5	4114	401,4	8,77	448,6	901	108,5	4,10	165,7	4,53	23,19	7,03	21,86	83,948	1,04	W 8 x 28
W 200 x 46,1 (H)	46,1	203	203	7,2	11,0	181	161	58,6	4543	447,6	8,81	495,3	1535	151,2	5,12	229,5	5,58	22,01	9,23	22,36	141,342	1,19	W 8 x 31
W 200 x 52,0 (H)	52,0	206	204	7,9	12,6	181	157	66,9	5298	514,4	8,90	572,5	1784	174,9	5,16	265,8	5,61	33,34	8,10	19,85	166,710	1,19	W 8 x 35
HP 200 x 53,0 (H)	53,0	204	207	11,3	11,3	181	161	68,1	4977	488,0	8,55	551,3	1673	161,7	4,96	248,6	5,57	31,93	9,16	14,28	155,075	1,20	HP 8 x 36
W 200 x 59,0 (H)	59,0	210	205	9,1	14,2	182	158	76,0	6140	584,8	8,99	655,9	2041	199,1	5,18	303,0	5,64	47,69	7,22	17,32	195,418	1,20	W 8 x 40
W 200 x 71,0 (H)	71,0	216	206	10,2	17,4	181	161	91,0	7660	709,2	9,17	803,2	2537	246,3	5,28	374,5	5,70	81,66	5,92	15,80	249,976	1,22	W 8 x 48
W 200 x 86,0 (H)	86,0	222	209	13,0	20,6	181	157	110,9	9498	855,7	9,26	984,2	3139	300,4	5,32	468,7	5,77	142,19	5,07	12,06	317,844	1,23	W 8 x 58
W 200 x 100,0 (H)*	100,0	229	210	14,5	23,7	182	158	127,1	11355	991,7	9,45	1152,2	3664	349,0	5,37	533,4	5,80	212,61	4,43	10,87	385,454	1,25	W 8 x 67
W 250 x 17,9	17,9	251	101	4,8	5,3	240	220	23,1	2291	182,6	9,96	211,0	91	18,1	1,99	28,8	2,48	2,54	9,53	45,92	13,735	0,88	W 10 x 12
W 250 x 22,3	22,3	254	102	5,8	6,9	240	220	28,9	2939	231,4	10,09	267,7	123	24,1	2,06	38,4	2,54	4,77	7,39	37,97	18,629	0,89	W 10 x 15
W 250 x 25,3	25,3	257	102	6,1	8,4	240	220	32,6	3473	270,2	10,31	311,1	149	29,3	2,14	46,4	2,58	7,06	6,07	36,10	22,955	0,89	W 10 x 17
W 250 x 28,4	28,4	260	102	6,4	10,0	240	220	36,6	4046	311,2	10,51	357,3	178	34,8	2,20	54,9	2,62	10,34	5,10	34,38	27,636	0,90	W 10 x 19
W 250 x 32,7	32,7	258	146	6,1	9,1	240	220	42,1	4937	382,7	10,83	428,5	473	64,8	3,35	99,7	3,86	10,44	8,02	36,03	73,104	1,07	W 10 x 22
W 250 x 38,5	38,5	262	147	6,6	11,2	240	220	49,6	6057	462,4	11,05	577,8	594	80,8	3,46	124,1	3,93	17,63	6,56	33,27	93,242	1,08	W 10 x 26
W 250 x 44,8	44,8	266	148	7,6	13,0	240	220	57,6	7158	538,2	11,15	606,3	704	95,1	3,50	146,4	3,96	27,14	5,69	28,95	112,398	1,09	W 10 x 30
HP 250 x 62,0 (H)	62,0	246	256	10,5	10,7	225	201	79,6	8728	709,6	10,47	790,5	2995	234,0	6,13	357,8	6,89	33,46	11,96	19,10	414,130	1,47	HP 10 x 42
W 250 x 73,0 (H)	73,0	253	254	8,6	14,2	225	201	92,7	11257	889,9	11,02	983,3	3880	305,5	6,47	463,1	7,01	56,94	8,94	23,33	552,900	1,48	W 10 x 49
W 250 x 80,0 (H)	80,0	256	255	9,4	15,6	225	201	101,9	12550	980,5	11,10	1088,7	4313	338,3	6,51	513,1	7,04	75,02	8,17	21,36	622,878	1,49	W 10 x 54
HP 250 x 85,0 (H)	85,0	254	260	14,4	14,4	225	201	108,5	12280	966,9	10,64	1093,2	4225	325,0	6,24	499,6	7,00	82,07	9,03	13,97	605,403	1,50	HP 10 x 57
W 250 x 89,0 (H)	89,0	260	256	10,7	17,3	225	201	113,9	14237	1095,1	11,18	1224,4	4841	378,2	6,52	574,3	7,06	102,81	7,40	18,82	712,351	1,50	W 10 x 60
W 250 x 101,0 (H)	101,0	264	257	11,9	19,6	225	201	128,7	16352	1238,8	11,27	1395,0	5549	431,8	6,57	656,3	7,10	147,70	6,56	16,87	828,031	1,51	W 10 x 68
W 250 x 115,0 (H)	115,0	269	259	13,5	22,1	225	201	146,1	18920	1406,7	11,38	1597,4	6405	494,6	6,62	752,7	7,16	212,00	5,86	14,87	975,265	1,53	W 10 x 77
W 250 x 131,0 (H)*	131,0	275	261	15,4	25,1	225	193	167,8	22243	1617,7	11,51	1855,6	7448	570,7	6,66	870,7	7,21	321,06	5,20	12,52	1.161.225	1,54	W 10 x 88
W 250 x 149,0 (H)*	149,0	282	263	17,3	28,4	225	193	190,5	26027	1845,9	11,69	2137,5	8624	655,8	6,73	1001,7	7,27	462,06	4,63	11,17	1.384.436	1,55	W 10 x 100
W 250 x 167,0 (H)*	167,0	289	265	19,2	31,8	225	193	214,0	30110	2083,7	11,86	2435,3	9880	745,7	6,79	1140,2	7,33	644,95	4,17	10,07	1.631.156	1,57	W 10 x 112
W 310 x 21,0	21,0	303	101	5,1	5,7	292	272	27,2	3776	249,2	11,77	291,9	98	19,5	1,90	31,4	2,42	3,27	8,86	53,25	21,628	0,98	W 12 x 14
W 310 x 23,8	23,8	305	101	5,6	6,7	292	272	30,7	4346	285,0	11,89	333,2	116	22,9	1,94	36,9	2,45	4,65	7,54	48,50	25,594	0,99	W 12 x 16
W 310 x 28,3	28,3	309	102	6,0	8,9	291	271	36,5	5500	356,0	12,28	419,0	158	31,0	2,08	49,4	2,55	8,14	5,78	45,20	35,461	1,00	W 12 x 18

Prof. Dr. Rodrigo Bordignon



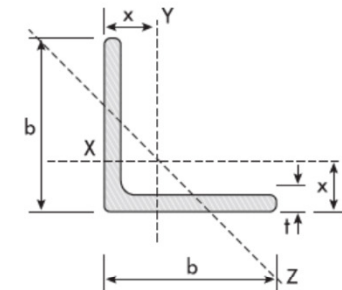
PERFIS LAMINADOS: “L” Cantoneira

CANTONEIRA DE ABAS IGUAIS GERDAU

Por sua ampla gama de bitolas e pela qualidade de seu aço, proporciona flexibilidade no dimensionamento das mais diversas estruturas, atendendo aos mais diversos clientes e mercados.

Produzida segundo as normas ASTM A36 e ASTM A572 G50 ou G60 / NBR 7007 AR350 ou AR415, em polegadas ou em milímetros, pode ser fornecida em barras com comprimento de 6,00 ou 12,00 m.

Suas aplicações vão desde estruturas metálicas até indústria de autopeças, passando por carrocerias, componentes de máquinas e implementos agrícolas, estruturas de equipamentos de usinas de açúcar, contêineres, pallets, torres de eletrificação e telefonia, entre outras.



Cantoneira em Polegadas									
b	Peso Nominal	t	Área	$I_x=I_y$	$W_x=W_y$	$r_x=r_y$	r_z mín.	x	
pol	mm	kg/m	pol	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm
5/8"	15,88	0,57		2,5					
3/4"	19,05	0,71		2,5					
1/2"	12,70	0,55	1/8"	3,18	0,70	0,10	0,11	0,37	0,25
5/8"	15,88	0,71	1/8"	3,18	0,90	0,20	0,19	0,47	0,32
3/4"	19,05	0,87	1/8"	3,18	1,11	0,36	0,27	0,57	0,38
7/8"	22,20	1,04	1/8"	3,18	1,32	0,58	0,38	0,66	0,46
1"	25,40	1,19	1/8"	3,18	1,48	0,83	0,49	0,79	0,48
		1,73	3/16"	4,76	2,19	1,25	0,66	0,76	0,48
		2,22	1/4"	6,35	2,84	1,66	0,98	0,76	0,48
1.1/4"	31,75	1,50	1/8"	3,18	1,93	1,67	0,82	0,97	0,64
		2,20	3/16"	4,76	2,77	2,50	1,15	0,97	0,61
		2,86	1/4"	6,35	3,62	3,33	1,47	0,94	0,61
1.1/2"	38,10	1,83	1/8"	3,18	2,32	3,33	1,15	1,17	0,76
		2,68	3/16"	4,76	3,42	4,58	1,64	1,17	0,74
		3,48	1/4"	6,35	4,45	5,83	2,13	1,15	0,74
1.3/4"	44,45	2,14	1/8"	3,18	2,71	5,41	1,64	1,40	0,89
		3,15	3/16"	4,76	4,00	7,50	2,30	1,37	0,89
		4,12	1/4"	6,35	5,22	9,57	3,13	1,35	0,86
		2,46	1/8"	3,18	3,10	7,91	2,13	1,60	1,02
		3,63	3/16"	4,76	4,58	11,70	3,13	1,58	1,02

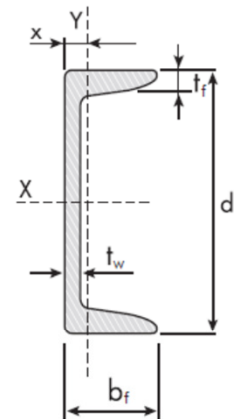
Cantoneira Milimétrica									
b	Peso Nominal	t	Área	$I_x=I_y$	$W_x=W_y$	$r_x=r_y$	r_z mín.	x	
mm	kg/m	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm	
40,00	1,87	3,00	2,31	3,58	1,24	1,24	0,79	1,11	
	2,42	4,00	3,08	4,47	1,55	1,22	0,79	1,15	
	3,00	5,00	3,75	5,56	1,97	1,22	0,79	1,18	
45,00	2,12	3,00	2,61	5,16	1,58	1,41	0,89	1,23	
	2,77	4,00	3,44	6,67	2,07	1,39	0,89	1,28	
	3,38	5,00	4,3	7,84	2,43	1,35	0,87	1,40	
50,00	2,36	3,00	2,91	7,15	1,96	1,57	0,99	1,35	
	3,09	4,00	3,84	9,26	2,57	1,55	0,99	1,40	
	3,77	5,00	4,80	11,00	3,05	1,54	0,97	1,42	
60,00	4,47	6,00	5,69	12,80	3,72	1,51	0,97	1,56	
	3,64	4,00	4,64	16,31	3,75	1,88	1,19	1,65	
	4,57	5,00	5,82	19,40	4,45	1,82	1,17	1,64	
65,00	5,42	6,00	6,91	22,80	5,29	1,82	1,17	1,82	
	3,96	4,00	5,04	20,90	4,42	2,03	1,29	1,77	
	4,98	5,00	6,34	24,70	5,20	2,01	1,28	1,77	
75,00	5,91	6,00	7,44	30,00	6,44	2,01	1,28	1,84	
	5,71	5,00	7,27	38,70	7,06	2,31	1,48	2,02	
	6,87	6,00	8,72	45,70	8,40	2,30	1,48	2,05	
	7,92	7,00	10,10	52,60	9,73	2,28	1,46	2,09	
	6,08	5,00	7,75	48,60	8,35	2,50	1,59	2,18	



PERFIS LAMINADOS: “U”

PERFIL U GERDAU

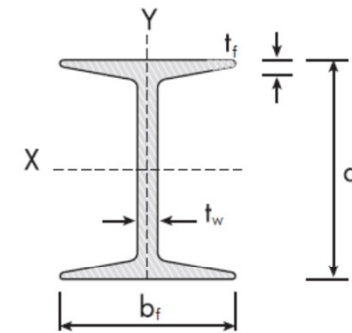
Bitola	Peso	ALMA		ABA		area	EIXO X			EIXO Y			x
		Nominal	d	t _w	b _f		t _f	I	W	r	I	W	
pol	kg/m	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm
3"	6,10	76,20	4,32	35,81	6,93	7,78	68,90	18,10	2,98	8,20	3,32	1,03	1,11
	7,44		6,55	35,05	6,93	9,48	77,20	20,30	2,85	10,30	3,82	1,04	1,11
4"	8,04	101,60	4,67	40,23	7,52	10,10	159,50	31,40	3,97	13,10	4,61	1,14	1,16
	9,30		6,27	41,83	7,52	11,90	174,40	34,30	3,84	15,50	5,10	1,14	1,15
6"	12,20	152,40	5,08	48,77	8,71	15,50	546,00	71,70	5,94	28,80	8,16	1,36	1,30
	15,62		7,98	51,66	8,71	19,90	632,00	82,90	5,63	36,00	9,24	1,34	1,27
8"	17,10	203,20	5,59	57,40	9,50	21,68	1344,30	132,70	7,87	54,10	12,94	1,42	1,47
	20,50		7,70	59,51	9,50	25,93	1490,00	147,50	7,59	62,40	14,09	1,42	1,42
10"	22,77	254,00	6,10	66,04	11,10	29,00	2800,00	221,00	9,84	95,00	19,00	1,81	1,61
	29,76		9,63	69,57	11,10	37,90	3290,00	259,00	9,31	117,00	21,60	1,76	1,54
12"	30,80	305,00	7,20	74,00	12,70	39,30	5370,00	352,00	11,70	161,00	28,30	2,03	1,77
	37,00		9,80	77,00	12,70	47,40	6010,00	394,00	11,30	186,00	30,90	1,98	1,71



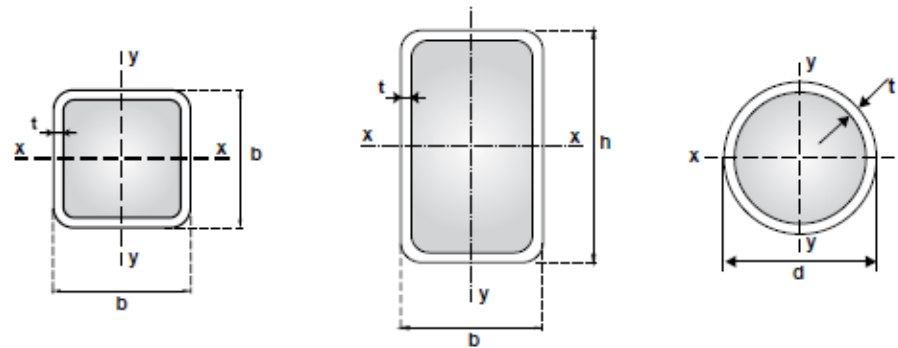
PERFIS LAMINADOS: “I”

PERFIL I GERDAU

Bitola	Peso	ALMA		MESA		EIXO X				EIXO Y			
		Nominal	d	t _w	b _f	t _f	area	I	W	r	I	W	r
pol	kg/m	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm
3"	8,48	76,20	4,32	59,18	6,60	10,80	105,10	27,60	3,12	18,90	6,40	1,33	1,45
	9,68	76,20	6,38	61,24	6,60	12,32	115,00	30,18	3,06	45,60	11,48	1,92	1,98
4"	11,46	101,60	4,90	67,60	7,44	14,50	252,00	49,70	4,17	31,70	9,40	1,48	1,68
	12,65	101,60	6,43	69,20	7,44	16,11	266,00	52,40	4,06	34,30	9,90	1,46	1,83
5"	14,88	127,00	5,44	76,30	8,28	18,80	511,00	80,40	5,21	50,20	13,20	1,63	1,88
	18,24	127,00	8,81	79,70	8,28	23,24	570,00	89,80	4,95	58,60	14,70	1,59	1,92
6"	18,60	152,40	5,89	84,63	9,12	23,60	919,00	120,60	6,24	75,70	17,90	1,79	2,08
	22,00	152,40	8,71	87,50	9,12	27,97	1003,00	131,70	5,99	84,90	19,40	1,74	2,26



TUBOS ESTRUTURAIS:



Dimensões externas	Espessura da parede	Massa por Unidade de Comp.	Área da Seção Transversal	Momento de Inércia	Raio de Giração	Módulo de Resistência Elástico	Módulo de Resistência Plástico	Const. Torção	Módulo de Resistência à Torção	Área de superfície por unidade de Comp.
d	t	m	A	$I_x = I_y$	$r_x = r_y$	$W_x = W_y$	$Z_x = Z_y$	J	W_t	U
(mm)	(mm)	(kg/m)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm)	(cm ³)	(cm ³)	(cm ⁴)	(cm ³)	(m ² /m)
141,3	5,0	16,8	21,4	498	4,82	70,5	92,9	996	141	0,444
	5,6	18,7	23,9	550	4,80	77,9	103	1.101	156	
	6,4	21,3	27,1	618	4,77	87,5	117	1.237	175	
	7,1	23,5	29,9	676	4,75	95,6	128	1.352	191	
	8,0	26,3	33,5	747	4,72	106	142	1.494	211	
	8,8	28,8	36,6	807	4,69	114	155	1.615	229	
	10,0	32,4	41,2	894	4,66	127	173	1.788	253	
	11,0	35,3	45,0	962	4,62	136	187	1.925	272	
	12,5	39,7	50,6	1.059	4,58	150	208	2.117	300	
	14,2	44,5	56,7	1.159	4,52	164	230	2.318	328	
	16,0	49,4	63,0	1.256	4,47	178	253	2.512	356	
17,5	53,4	68,1	1.330	4,42	188	270	2.660	377		



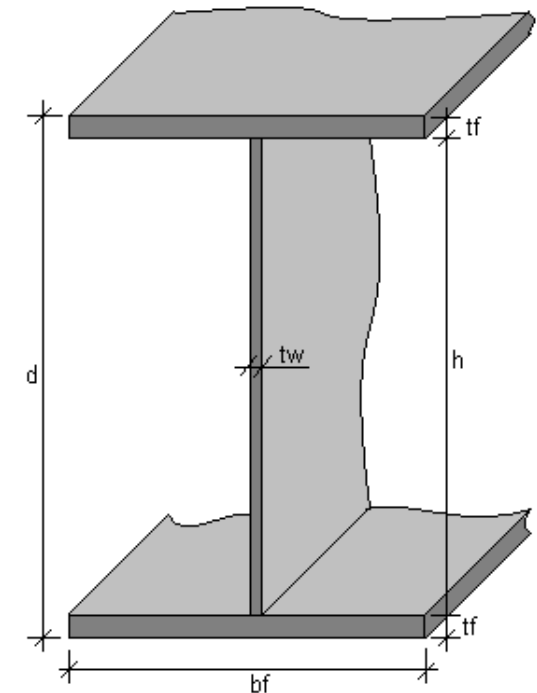
PERFIS SOLDADOS

ABNT NBR 5884:2013: Perfil I estrutural de aço soldado por arco elétrico - Requisitos gerais.

Esta Norma estabelece os requisitos exigíveis para fabricação dos perfis estruturais de aço soldados por arco elétrico, formando um I em sua seção transversal, destinados a edificações.

São obtidos pelo corte, composição e soldagem de chapas planas, permitindo grande variedade de formas e dimensões e utilizados para execução de vigas e colunas.

- **Série CS** para colunas com relação $d/bf = 1$;
- **Série VS** para vigas com relação $1,5 < d/bf \leq 4$;
- **Série CVS** para colunas e vigas com relação $1 < d/bf \leq 1,5$.



PERFIS SOLDADOS:

Tabela B3 – Perfis soldados Série VS

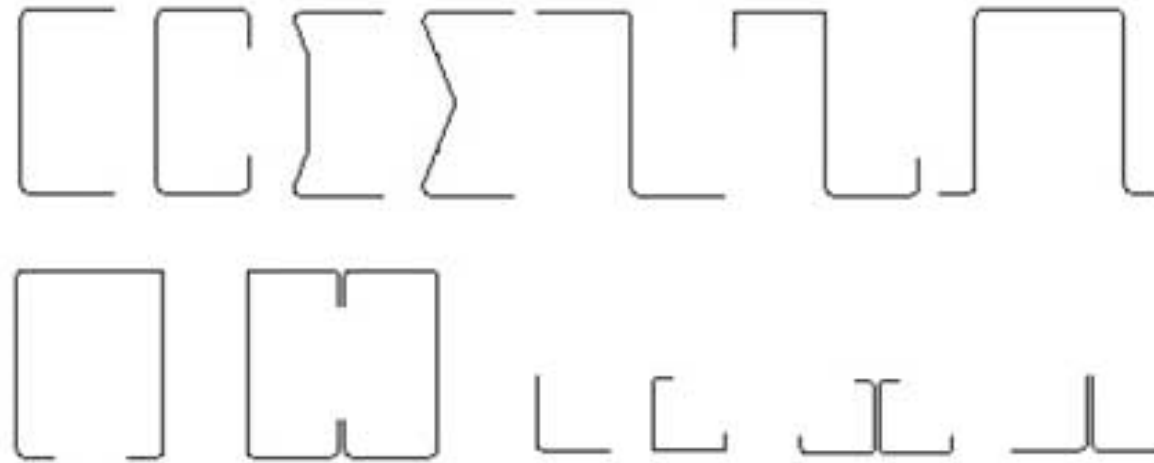
PERFIL VS	MASSA	ÁREA	ALT.	ALMA				MESAS				EIXO X - X				EIXO Y - Y	
	m kg/m	A cm ²	d mm	tw mm	h mm	tf mm	bf mm	lx cm ⁴	Wx cm ³	rx cm	Zx cm ³	ly cm ⁴	Wy cm ³	ix cm	iy cm	cx cm	cy cm
150 x 15	15	19,1	150	4,75	137	6,3	100	771	103	6,35	113	105	21	2,1	1,1	1,1	
150 x 18	17,6	22,4	150	4,75	134	8	100	903	120	6,35	135	133	27	2,1	1,1	1,1	
150 x 20	19,8	25,2	150	4,75	131	9,5	100	1028	137	6,39	154	158	32	2,1	1,1	1,1	
150 x 19	19,2	24,4	150	6,3	134	8	100	934	125	6,19	142	134	27	2,1	1,1	1,1	
150 x 21	21,4	27,3	150	6,3	131	9,5	100	1057	141	6,22	161	159	32	2,1	1,1	1,1	
200 x 19	18,8	24	200	4,75	187	6,3	120	1720	172	8,47	188	182	30	2,1	1,1	1,1	
200 x 22	21,9	27,9	200	4,75	184	8	120	2017	202	8,5	225	231	39	2,1	1,1	1,1	
200 x 25	24,6	31,4	200	4,75	181	9,5	120	2305	231	8,57	256	274	46	2,1	1,1	1,1	
200 x 20	19,9	25,3	200	4,75	187	6,3	130	1841	184	8,53	200	231	36	3,1	1,1	1,1	
200 x 23	23,2	29,5	200	4,75	184	8	130	2165	217	8,57	240	293	45	3,1	1,1	1,1	
200 x 26	26,1	33,3	200	4,75	181	9,5	130	2477	248	8,62	274	348	54	3,1	1,1	1,1	
250 x 21	20,7	26,4	250	4,75	237	6,3	120	2840	227	10,37	251	182	30	2,1	1,1	1,1	
250 x 24	23,8	30,3	250	4,75	234	8	120	3319	266	10,47	297	231	39	2,1	1,1	1,1	
250 x 27	26,5	33,8	250	4,75	231	9,5	120	3787	303	10,58	338	274	46	2,1	1,1	1,1	
250 x 23	22,7	28,9	250	4,75	237	6,3	140	3225	258	10,56	282	288	41	3,1	1,1	1,1	
250 x 26	26,3	33,5	250	4,75	234	8	140	3788	303	10,63	336	366	52	3,1	1,1	1,1	
250 x 30	29,5	37,6	250	4,75	231	9,5	140	4336	347	10,74	383	435	62	3,1	1,1	1,1	
250 x 25	24,6	31,4	250	4,75	237	6,3	160	2611	290	10,72	312	420	54	2,1	1,1	1,1	



PERFIS DOBRADOS A FRIO

ABNT NBR 6355:2012 Perfis estruturais de aço formados a frio — Padronização

Esta Norma estabelece os requisitos exigíveis dos perfis estruturais de aço formados a frio, com seção transversal aberta. (ABNT NBR 14762:2010)



CBCA | Videoaula 3: Tipos de Perfis

<https://www.youtube.com/watch?v=zJnAdMXDk4k>

PARAFUSOS:

Na Tabela A.3 (ABNT NBR 8800:2008) são fornecidos os valores mínimos da resistência ao escoamento e da resistência à ruptura de parafusos, bem como os diâmetros comerciais. Os parafusos fabricados com aço temperado não podem ser soldados nem aquecidos.

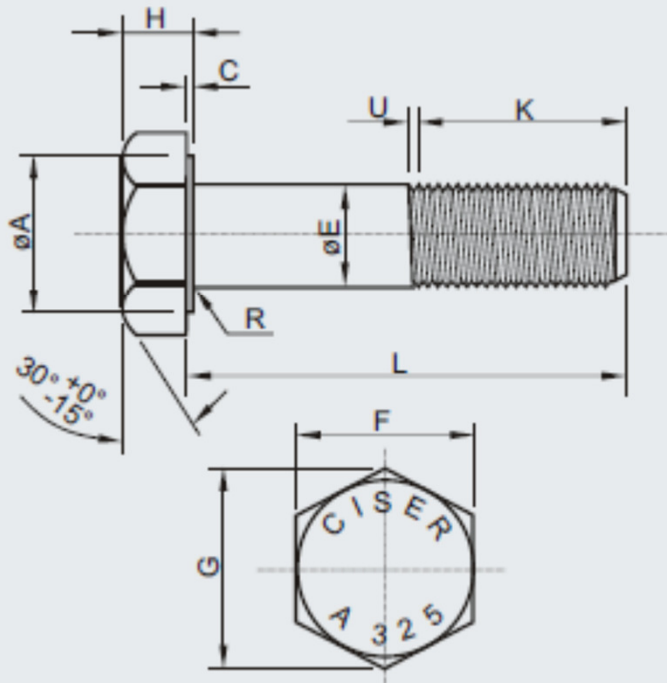
Tabela A.3 — Materiais usados em parafusos

Especificação	f_{yb} MPa	f_{ub} MPa	Diâmetro d_b	
			mm	pol
ASTM A307	-	415	-	$1/2 \leq d_b \leq 4$
ISO 898-1 Classe 4.6	235	400	$12 \leq d_b \leq 36$	-
ASTM A325 ^a	635 560	825 725	$16 \leq d_b \leq 24$ $24 < d_b \leq 36$	$1/2 \leq d_b \leq 1$ $1 < d_b \leq 1\frac{1}{2}$
ISO 4016 Classe 8.8	640	800	$12 \leq d_b \leq 36$	-
ASTM A490	895	1035	$16 \leq d_b \leq 36$	$1/2 \leq d_b \leq 1\frac{1}{2}$
ISO 4016 Classe 10.9	900	1000	$12 \leq d_b \leq 36$	-

^a Disponíveis também com resistência à corrosão atmosférica comparável à dos aços AR 350 COR ou à dos aços ASTM A588.

PARAFUSOS: (ASTM A325)

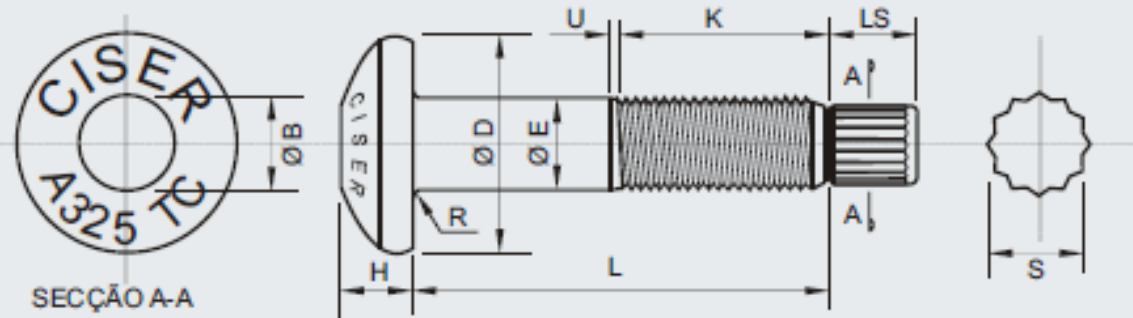
DIMENSÕES Parafuso A 325



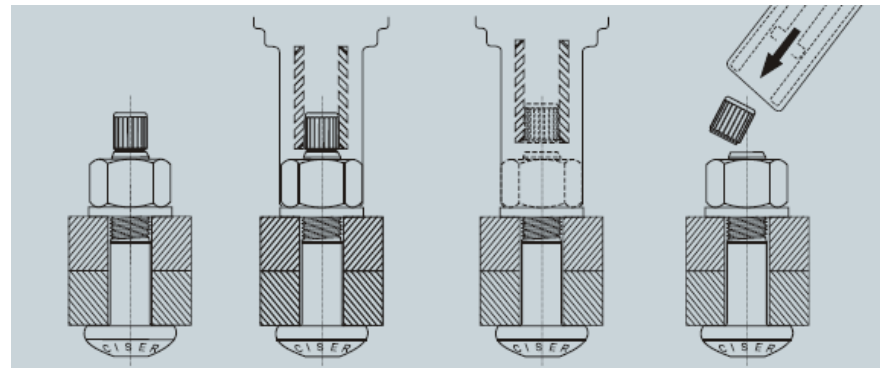
BITOLA		1/2 "	5/8"	3/4"	7/8"	1"
F.P.P.		13	11	10	9	8
F	Mín.	21.59	26.19	30.78	35.40	40.00
	Máx.	22.22	26.98	31.75	36.52	41.27
G	Mín.	24.61	29.84	35.10	40.36	45.61
	Máx.	25.65	31.16	36.65	42.16	47.65
H	Mín.	7.67	9.60	11.56	13.48	15.01
	Máx.	8.20	10.24	12.27	14.30	15.92
Ø A	Mín.	20.00	24.27	28.57	32.86	37.14
	Máx.	20.65	25.10	29.50	33.96	38.38
C	Mín.	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
	Máx.	0.63	0.63	0.63	0.89	0.89
R	Mín.	0.23	0.53	0.53	0.78	1.57
	Máx.	0.79	1.57	1.57	1.57	2.36
Ø E	Mín.	12.24	15.36	18.52	21.64	24.79
	Máx.	13.08	16.30	19.50	22.73	25.95
K (min.)		25.40	31.70	35.00	38.10	44.45
U (min.)		4.83	5.60	6.35	7.11	7.87

PARAFUSOS: (ASTM A325-TC)

Parafuso A 325-TC



BITOLA	$\varnothing E$	H	R	S(ref.)	LS(ref.)	$\varnothing D$ (mín.)	U(máx.)	K(mín.)	B(ref.)
3/4"	18.51mín. 19.50máx.	11.60mín. 12.25máx.	0.55mín. 1.60máx.	13.46	16.50	34.00	6.35	35.00	17.00



PARAFUSOS: (ASTM A325-TC)

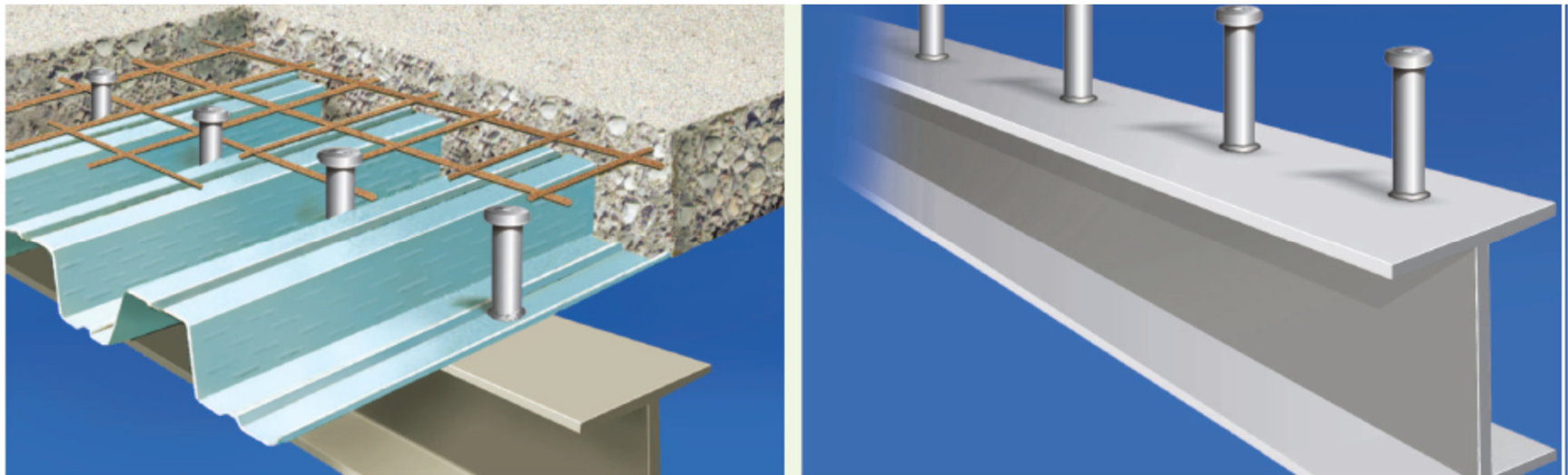


CONECTORES DE CISALHAMENTO (Stud Bolts):

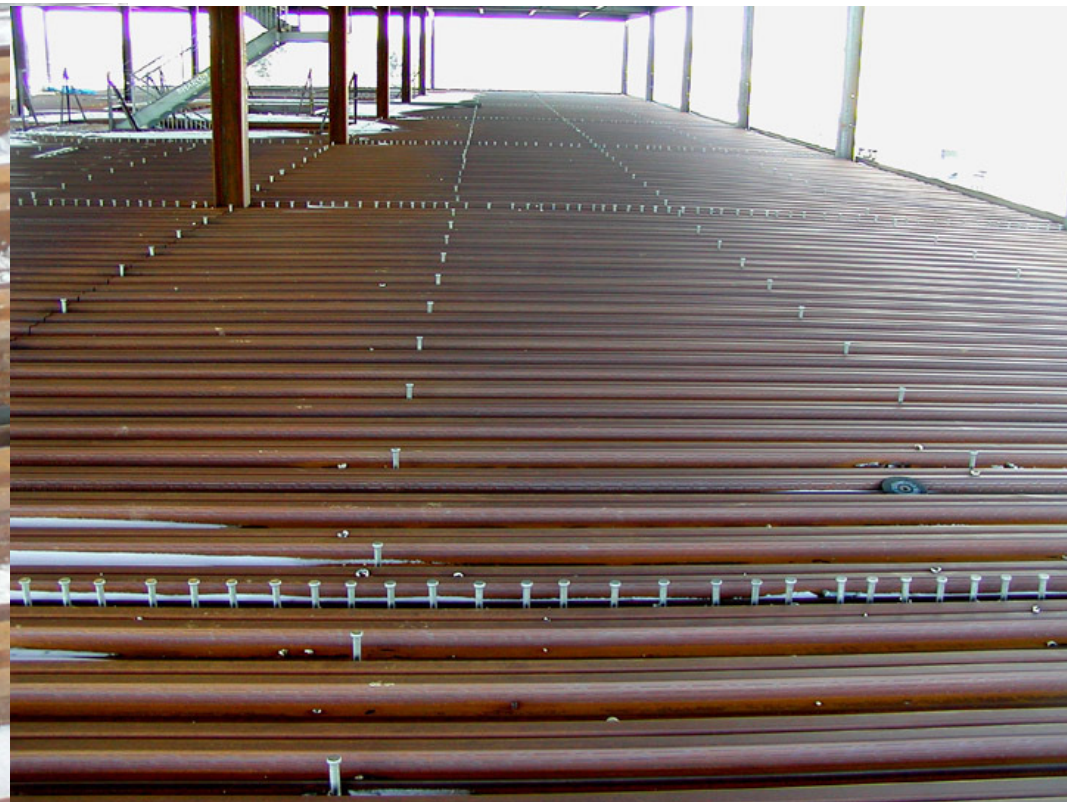
Fazem a integração entre vigas de aço e o concreto (vigas mistas).

Soldagem por eletrofusão;

Resistência mínima ao escoamento / ruptura: 345 / 415 MPa.



CONECTORES DE CISALHAMENTO (Stud Bolts):



METAIS DE SOLDA:

A resistência mínima à tração dos metais de soldas:

Tabela A.4 — Resistência à tração do metal da solda

Metal da solda	f_w MPa
Todos os eletrodos com classe de resistência 6 ou 60	415
Todos os eletrodos com classe de resistência 7 ou 70	485
Todos os eletrodos com classe de resistência 8 ou 80	550



VÍDEO: PROCESSO SIDERÚRGICO

<https://www.youtube.com/watch?v=bUiBC8c1h4M>

CBCA | Videoaula 8: Aços Estruturais

<https://www.youtube.com/watch?v=af3nb92wXVw>

CBCA | Videoaula 3: Tipos de Perfis

<https://www.youtube.com/watch?v=zJnAdMXDk4k>



- AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION. **ANSI/AISC 360-16**: Specification for Structural Steel Buildings. Chicago: AISC, 2016.
- AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION. **Steel Construction Manual**, 15 ed. Chicago: AISC, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5884**: Perfil I estrutural de aço soldado por arco elétrico - Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681**: Ações e segurança nas estruturas - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14762**: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Rio de Janeiro, 2010.
- BAIÃO F. O. T.; SILVA, A. C. V.; QUEIROZ, G.. **Ligações para Estruturas de Aço** – Guia Prático para Estruturas com Perfis Laminados. 3 ed. São Paulo: Gerdau Açominas, 2006.
- BORDIGNON, R. **Modelo momento-rotação de ligações parafusadas entre viga e coluna em aço com dupla cantoneira de alma**. 2022. 212 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2022.
- CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Manual de Construção em Aço**: Galpões para usos gerais. 4 ed. Rio de Janeiro: IABr/CBCA, 2010.
- CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Manual de Construção em Aço**: Ligações em estruturas metálicas. Rio de Janeiro: IABr/CBCA, 2017.
- CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Manual de Construção em Aço**: Uso fácil: ABNT NBR 8800. Rio de Janeiro: IABr/CBCA, 2022.
- CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Manual de Construção em Aço**: Transporte e montagem. Rio de Janeiro: IABr/CBCA, 2005.
- CHAMBERLAIN PRAVIA, Z. M.; FICANHA R.; FABEANE R. **Projeto e cálculo de estruturas de aço**: Edifício industrial detalhado. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- FAKURY, R. H.; CASTRO E SILVA, A. L. R.; CALDAS, R. B. **Dimensionamento de elementos estruturais de aço e mistos de aço e concreto**. São Paulo: Pearson, 2016.
- FISHER, J. M.; KLOIBER, L. A. **Steel Design Guide 1**: Base plate and anchor rod design. 2 ed. Ed. Chicago: AISC, 2006.
- INSTITUTO AÇO BRASIL. **Anuário Estatístico 2023**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil, 2023.
- LEET, K. M.; UANG, C.; e GILBERT, A. M **Fundamentos da análise estrutural**. Porto Alegre: AMGH, 2010.
- PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de aço**: dimensionamento prático de acordo com a NBR8800:2008. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- RCSC. **Specification for structural joints using high strength bolts**. Research Council on Structural Connections, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL, 2020.





EDUCAÇÃO
PÚBLICA
100%
GRATUITA

MUITO OBRIGADO

Prof. Rodrigo Bordignon
Engenheiro Civil, Dr.

www.ifsul.edu.br
rodrigobordignon@ifsul.edu.br