

Manual de Aços Especiais

Aços Construção Mecânica

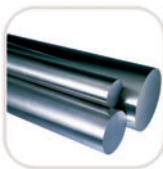
ÍNDICE

I	Características de Produto	3
1	Faixas de Bitolas Produzidas (mm)	5
2	Bitolas Padrões Laminadas	6
3	Bitolas Padrões Forjadas - Perfil Redondo e Quadrado	7
4	Tolerâncias Dimensionais de Laminados, Forjados e Sobremetal de Forjados	8
4.1	Tolerância para Fio Máquina (mm)	8
4.2	Tolerância para Barra Laminada Redonda (mm)	8
4.3	Tolerância Especial de Barras Redondas (mm)	8
4.4	Tolerância de Barras Quadradas (mm)	9
4.5	Tolerância de Barras Laminadas com Acabamento	9
4.6	Norma AEP para Sobremetal de Barras para Usinagem no Cliente (no Diâmetro)	9
4.7	Tolerância de Barras Forjadas; Sobremetal (mm)	10
4.8	Tolerância Domensional de Barras Forjadas com Acabamento (mm)	10
4.9	Tolerância de Bitolas em Barras Laminadas a Quente Redondas	11
4.10	Tolerâncias para Acabados a Frio - Norma ISO	12
5	Características Mecânicas	13
5.1	Dureza (HB) - Construção Mecânica Ligado e Construção Mecânica Carbono	13
5.2	Propriedades Mecânicas de Material Beneficiado - Aços Construção Mecânica Ligado e Construção Mecânica Carbono	14
II	Aços Gerdau e Equivalências com Normas	15
1	Aços Carbono Não Ressulfurados	17
2	Aços de Usinagem Fácil	17
3	Aços Ligados para Beneficiamento	18
4	Aços Ligados para Cementação	19
5	Aços para Deformação a Frio	19
6	Aços para Molas	20
7	Aços para Rolamentos	20
III	Composição Química: COPANT, AISI, SAE e ASTM	21
1	Aços Construção Mecânica Carbono SAE J403	23
1.1	Aços Carbono	23
1.2	Aços Carbono com Teor de Manganês Elevado	24
1.3	Aços Carbono Ressulfurados (Usinagem Fácil)	24
1.4	Aços Carbono Ressulfurados e Refosforados (Usinagem Fácil)	24
1.5	Tolerância para Análise de Verificação dos Aços Construção Mecânica Carbono	25
2	Aços Construção Mecânica Ligados COPANT/SAE - J404	26

2.1	Composição Química	26
2.2	Tolerância para Análise de Verificação dos Aços Construção Mecânica Ligados.....	28
IV	Composição Química: Aços DIN.....	29
1	Aços de Usinagem Fácil DIN EN 10087	31
2	Aços para Beneficiamento DIN EN 10083	32
3	Aços para Cementação DIN EN 10084.....	33
4	Aços para Conformação a Frio DIN EN 10263.....	34
V	Temperabilidade	35
1	Temperabilidade dos Aços Norma SAE J1268 - Valores de Dureza em HRC	37
2	Temperabilidade dos Aços Norma DIN EN 10083 e 10084 - Valores de Dureza em HRC.....	45
VI	Tabelas Gerais	49
1	Durezas Esperadas em Aços Carbono e Ligados no Estado Normalizado em Função da Bitola	51
2	Propriedades Mecânicas dos Aços nas Condições de Laminado Normalizado e Recozido	52
3	Influência da Temperatura de Revenimento nas Propriedades Mecânicas dos Aços Carbono e Ligados para Corpo de Prova de 25,4 mm de Diâmetro	54
4	Efeito dos Elementos de Ligas nas Propriedades dos Aços	57
5	Sistema de Codificação SAE.....	58
6	Áreas, Volumes e Superfícies.....	59
7	Equivalência de Bitolas de Chapas e Arames (mm)	67
8	Conversão de Polegadas e Frações.....	68
9	Conversão de Dureza - Resistência à Tração Conforme ASTM para Aços Não Austeníticos	69
10	Conversão de Temperaturas - °C / °F	71
11	Conversão para Medidas e Pesos Diversos	73
12	Peso Linear de Aço em Barras.....	74

Capítulo I

Características de Produto



I - CARACTERÍSTICAS DE PRODUTO

1 - FAIXAS DE BITOLAS PRODUZIDAS (mm)

PRODUTOS	FAIXAS DE BITOLA (mm)
Barras Laminadas Redondas	5,5 a 203,20 (1)
Barras Laminadas Quadradas	76,20 a 127,00
Fio Máquina	5,50 a 30,16
Barras Forjadas Redondas	152,40 a 508,00
Barras Forjadas Quadradas	152,40 a 424,00
Barras Forjadas Chatas	Sob consulta de fabricação
Barras Trefiladas	4,50 a 40,00 (2)
Barras Descascadas	15,00 a 123,20
Barras Polidas	5,00 a 101,60
Barras Retificadas	4,80 a 100,00
Barras Torneadas	124,00 a 540,00
Barras Forjadas Fresadas	Quadrado: 120,00 a 390,00 Chato: Sob consulta de fabricação

*OBS: Este manual tem a finalidade didática, portanto, algumas qualidades de aço podem apresentar restrições de bitolas; outras seções além das indicadas poderão ser atendidas. Consulte a nossa área comercial para eventuais esclarecimentos.

- 1) Barras Laminadas Redondas nos intervalos de bitola entre 5,50 mm e 15,88 mm e 139,70 mm a 203,20 mm, sujeito a consulta de fabricação.
- 2) Barras Trefiladas abaixo de 10 mm, sob consulta de fabricação.

2 - BITOLAS PADRÕES LAMINADAS

BARRAS LAMINADAS DE PERFIL REDONDO			BARRAS LAMINADAS DE PERFIL QUADRADO
5,50	*27,00	85,73	76,20
6,00	28,58	88,90	82,55
6,35	28,80	*90,00	85,73
7,00	29,50	95,00	88,90
7,94	30,16	95,25	95,25
8,10	31,75	101,60	101,60
8,50	*32,00	*102,00	107,95
9,00	33,34	104,78	114,30
9,53	34,93	107,95	120,65
10,00	36,51	*108,50	127,00
10,20	*38,00	110,00	139,70
10,50	38,10	114,30	
11,11	39,69	*115,00	
12,00	41,28	120,00	
12,20	42,86	*120,65	
12,70	44,45	127,00	
13,00	*45,00	133,35	
13,50	46,04	139,70	
14,29	47,63	*140,00	
15,00	50,80	146,05	
15,50	52,39	152,40	
15,88	53,20	158,75	
16,15	53,98	165,10	
16,35	54,60	177,80	
17,00	55,56	190,50	
17,46	56,40	203,30	
18,25	*57,00		
18,50	57,15		
19,05	*60,00		
20,00	60,33		
20,64	63,50		
21,40	*64,00		
22,23	66,68		
23,00	69,85		
23,81	*73,00		
24,40	73,03		
25,00	*76,00		
25,40	76,20		
25,60	80,00		
26,00	*82,00		
26,99	82,55		

OBS: *Bitolas derivadas - são bitolas em milímetros que utilizam um canal mais próximo em polegadas, ou seja, não possuem canal próprio.

Demais bitolas, sob consulta de fabricação.

3 - BITOLAS PADRÕES FORJADAS - PERFIL REDONDO E QUADRADO

BITOLA	
mm	pol.
152,40	6
158,75	6.1/4
165,10	6.1/2
171,45	6.3/4
177,80	7
184,15	7.1/4
190,50	7.1/2
196,85	7.3/4
203,20	8
209,55	8.1/4
215,90	8.1/2
222,25	8.3/4
228,60	9
234,95	9.1/4
241,30	9.1/2
247,65	9.3/4
254,00	10
266,70	10.1/2
279,40	11
292,10	11.1/2
304,80	12
317,50	12.1/2
330,20	13
342,90	13.1/2
355,60	14
368,30	14.1/2
381,00	15
393,70	15.1/2
406,40	16
419,10	16.1/2
431,80	17
444,80	17.1/2
457,20	18
469,90	18.1/2
482,60	19
495,30	19.1/2
508,00	20

OBS.: Para bitolas maiores que 152,40 mm poderão ser fabricadas quaisquer bitolas, apenas respeitando-se os limites máximos.

4 - TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS DE LAMINADOS, FORJADOS E SOBREMETAL DE FORJADOS

4.1 - TOLERÂNCIA PARA FIO MÁQUINA (mm)

BITOLAS (mm)	CONSTRUÇÃO MECÂNICA			
	AFASTAMENTO		OVALIZAÇÃO	
	PADRÃO	ESPECIAL	PADRÃO	ESPECIAL
5,50 a 10,00	$\pm 0,20$	$\pm 0,15$	0,32	0,24
10,20 a 15,88	$\pm 0,25$	$\pm 0,20$	0,40	0,32
16,15 a 20,64	$\pm 0,30$	$\pm 0,25$	0,48	0,40
21,40 a 30,16	$\pm 0,35$	$\pm 0,30$	0,56	0,48

4.2 - TOLERÂNCIA PARA BARRA LAMINADA REDONDA (mm)

BITOLAS	AFASTAMENTO	OVALIZAÇÃO
15,00 - 25,00	$\pm 0,50$	máx. 0,75
> 26,00 - 35,00	$\pm 0,60$	máx. 0,90
> 36,00 - 50,00	$\pm 0,80$	máx. 1,20
> 51,00 - 80,00	$\pm 1,00$	máx. 1,50
> 81,00 - 100,00	$\pm 1,30$	máx. 1,95
> 101,00 - 120,00	$\pm 1,50$	máx. 2,25
> 121,00 - 160,00	$\pm 2,00$	máx. 3,00
> 161,00 - 200,00	$\pm 2,50$	máx. 3,75
> 201,00 - 220,00	$\pm 3,00$	máx. 4,50
> 221,00 - 250,00	$\pm 4,00$	máx. 6,00

OBS.: Como tolerância especial poderá ser garantida 50% da EN 10060 até 80,00 mm. Outras tolerâncias sob consulta de fabricação

4.3 - TOLERÂNCIA ESPECIAL DE BARRAS REDONDAS (mm)

BITOLAS	AFASTAMENTO	OVALIZAÇÃO
> 15,88 - 20,64	$\pm 0,25$	máx. 0,38
> 20,64 - 30,16	$\pm 0,30$	máx. 0,45
> 30,16 - 38,10	+ 0,50 - 0,30	máx. 0,60
> 38,10 - 50,80	+ 0,60 - 0,40	máx. 0,75
> 50,80 - 63,50	+ 0,80 - 0,40	máx. 0,90
> 63,50 - 85,00	+ 1,20 - 0,40	máx. 1,20

OBS.: Bitolas com outras tolerâncias poderão ser fabricadas mediante consulta de fabricação.

4.4 - TOLERÂNCIA DE BARRAS QUADRADAS (mm)

BITOLAS	AFASTAMENTO	RAIO DE CANTO (mm)	DIFERENÇA DE DIAGONAIS MÁXIMA (mm)
80,00	$\pm 1,00$	16	2,80
82,55 - 85,00	$\pm 1,30$	16	3,00
85,73 - 95,25	$\pm 2,00$	16	3,00
100,00	$\pm 2,00$	18	3,00
101,60 - 110,00	$\pm 2,00$	18	4,50
114,60 - 120,00	$\pm 2,20$	20	4,50
127,00 - 130,00	$\pm 3,00$	20	4,50

4.5 - TOLERÂNCIA DE BARRAS LAMINADAS COM ACABAMENTO

- Descascadas a partir de ISO h 11.
- Descascadas e Polidas a partir de ISO h 11.
- Trefiladas a partir de ISO h 9. (Sem tratamento térmico após trefila)
- Retificadas a partir de ISO h 7.
- Torneadas: 124,00 - 143,00: + 1,50 / - 0,00 (mm)
144,00 - 195,00: + 2,00 / - 0,00 (mm)

Faixas de Bitolas (mm)	DIN	670		669/67		668		
	ISO	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13
1 a 3		0,010	0,014	0,025	0,040	0,060	0,100	0,140
3 a 6		0,012	0,018	0,030	0,048	0,075	0,120	0,180
6 a 10		0,015	0,022	0,036	0,058	0,090	0,150	0,220
10 a 18		0,018	0,027	0,043	0,070	0,110	0,180	0,270
18 a 30		0,021	0,033	0,052	0,084	0,130	0,210	0,330
30 a 50		0,025	0,039	0,062	0,100	0,160	0,250	0,390
50 a 80		0,030	0,046	0,074	0,120	0,190	0,300	0,460
80 a 120		0,035	0,054	0,087	0,140	0,220	0,350	0,540
120 a 180		0,040	0,063	0,100	0,160	0,250	0,400	0,630

Obs: 1) Outras faixas de tolerância sob consulta.

- 2) Os valores referem-se a tolerância negativa. Ex: $\varnothing 6,0$ mm h7 (+ 0 / - 0,012 mm)
Ovalização 50% do campo.

4.6 - NORMA AEP PARA SOBREMETAL DE BARRAS PARA USINAGEM NO CLIENTE (no diâmetro)

Bitolas (mm)		SOBREMETAL (mm)
Acima de	Até	
15,88	47,63	0,60
47,63	76,19	1,00
76,19	100,00	1,40
100,00	152,40	2,00
152,40	205,00	2,60

Para cálculo da bitola usinada, com garantia de isenção de defeito, considerar o valor de sobremetal acrescido de tolerância negativa da bitola laminada.

Exemplo: A partir de uma bitola laminada, redondo 76,20 mm (+/- 1,00 mm), obtém-se uma bitola usinada de até $(76,20 - 1,40 - 1,00) = 73,80$ mm.

4.7 - TOLERÂNCIA DE BARRAS FORJADAS; SOBREMETAL (mm)

Medida acabada		Aços para Construção Mecânica	
Acima de	Até	Sobrem.	Toler.
63	80	7	$\pm 1,4$
> 80	100	8	$\pm 1,7$
> 100	125	10	$\pm 2,0$
> 125	160	12	$\pm 2,3$
> 160	200	14	$\pm 2,8$
> 200	250	17	$\pm 3,4$
> 250	315	21	$\pm 4,2$
> 315	400	26	$\pm 5,1$
> 400	500	32	$\pm 6,3$
> 500	630	39	$\pm 7,8$
> 630	800	49	$\pm 9,8$

OBS.: 1) Para barras chatas forjadas procede-se da seguinte forma:

- Para largura lê-se sobremetal e tolerância diretamente da tabela.
- Para espessura calcula-se um índice que é a metade da soma da largura com a espessura e lê-se na tabela o sobremetal e tolerância.

2) As tolerâncias e sobremetal para forjados são baseados na DIN 7527.

3) Conforme DIN 7527 o valor de sobremetal a ser acrescido é o do diâmetro.

4.8 - TOLERÂNCIA DIMENSIONAL DE BARRAS FORJADAS COM ACABAMENTO (mm)

DIMENSÃO ACABADA		TORNEADA	FRESADA
Acima de	até		
25,0	40,0	-	+ 1 a + 2,4 mm
40,0	63,0	-	
63,0	80,0	-	
80,0	100,0	-	
100,0	125,0	0 a + 1,0 mm	+ 1 a 3,0 mm
125,0	160,0	0 a + 1,5 mm	
160,0	200,0	0 a + 1,9 mm	+ 1 a + 3,5 mm
200,0	250,0	0 a + 2,3 mm	
250,0	315,0	0 a + 2,5 mm	
315,0	400,0	0 a + 2,5 mm	
400,0	500,0	0 a + 3,0 mm	
500,0	700,0	0 a + 4,0 mm	

4.9 - TOLERÂNCIA DE BITOLAS EM BARRAS LAMINADAS A QUENTE REDONDAS

Bitola mm	Bitola pol.	NBR 13283	DIN EN 10060	ASTM - A29	
5		± 0,40	± 0,40	± 0,127	
7,94	5/16			± 0,152	
11,11	7/16				
14		± 0,50	± 0,50	± 0,178	
15				± 0,203	
15,88	5/8				
18					
22,23	7/8			± 0,229	
24		± 0,60	± 0,60		
25			± 0,254		
25,40	1				
28,58	1.1/8				
30			± 0,279		
31,75	1.1/4				
32		± 0,70	± 0,80	± 0,305	
34,93	1.3/8			± 0,356	
35					
38,10	1.1/2			± 0,397	
40					
50		± 0,80	± 1,0	+ 0,794	
50,80	2	± 0,90		- 0,000	
51				+ 1,191	
63,50	2.1/2	± 1,0			
64		± 1,3	± 1,5	+ 1,587	
80				- 0,000	
88,90	3.1/2	± 1,3	± 1,5	+ 1,984	
100		± 1,5		± 2,0	- 0,000
114,30	4.1/2	± 1,5	± 2,5		+ 3,175
120		± 1,8		± 2,5	- 0,000
139,70	5.1/2	± 1,8	+ 3,969		
140		± 2,1			- 0,000
160		± 2,1	± 3,0		
165,10	6.1/2	± 2,5		- 0,000	
170		± 3,15			± 4,0
180		± 3,3		- 0,000	
200	8.1/4	± 3,6	± 4,0		
209,55		± 3,75		- 0,000	
210					
220					
241,30	9.1/2				
254,00	10				

4.10 - TOLERÂNCIAS PARA ACABADOS A FRIO - NORMA ISO

Grupo de dimensões mm	QUALIDADE (IT)											
h's	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13	h14
até 1	0,002	0,003	0,004	0,006	0,010	0,014	0,025	0,040	0,060	-	-	-
$> 1 \leq 3$	0,002	0,003	0,004	0,006	0,010	0,014	0,025	0,040	0,060	0,100	0,140	0,250
$> 3 \leq 6$	0,0025	0,004	0,005	0,008	0,012	0,018	0,030	0,048	0,075	0,120	0,180	0,300
$> 6 \leq 10$	0,0025	0,004	0,006	0,009	0,015	0,022	0,036	0,058	0,090	0,150	0,220	0,360
$> 10 \leq 18$	0,003	0,005	0,008	0,011	0,018	0,027	0,043	0,070	0,110	0,180	0,270	0,430
$> 18 \leq 30$	0,004	0,006	0,009	0,013	0,021	0,033	0,052	0,084	0,130	0,210	0,330	0,520
$> 30 \leq 50$	0,004	0,007	0,011	0,016	0,025	0,039	0,062	0,100	0,160	0,250	0,390	0,620
$> 50 \leq 80$	0,005	0,008	0,013	0,019	0,030	0,046	0,074	0,120	0,190	0,300	0,460	0,740
$> 80 \leq 120$	0,006	0,010	0,015	0,022	0,035	0,054	0,087	0,140	0,220	0,350	0,540	0,870
$> 120 \leq 180$	0,008	0,012	0,018	0,025	0,040	0,063	0,100	0,160	0,250	0,400	0,630	1,000
$> 180 \leq 250$	0,010	0,014	0,020	0,029	0,046	0,072	0,115	0,185	0,290	0,460	0,720	1,150
$> 250 \leq 315$	0,012	0,016	0,023	0,032	0,052	0,081	0,130	0,210	0,320	0,520	0,810	1,300
$> 315 \leq 400$	0,013	0,018	0,025	0,036	0,057	0,089	0,140	0,230	0,360	0,570	0,890	1,400
$> 400 \leq 500$	0,015	0,020	0,027	0,040	0,063	0,097	0,155	0,250	0,400	0,630	0,970	1,550

OBS.: A tolerância do h é sempre (+0 / -x) - vide acima

Exemplo: Bitola descascada polida:

Rd 25,4 mm (h11) ou

Rd 25,4 mm (+0 / - 0,13) mm

5 - CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

5.1 - DUREZAS (HB) - Construção Mecânica Ligado e Construção Mecânica Carbono

Laminado / Normalizado

Qualidade	NBR 6915	Recozido	Esferoidizado
SAE 1010	máx. 262	máx. 110	45 - 55 (HRB)
SAE 1015	máx. 262	máx. 130	máx. 65 (HRB)
SAE 1016/1018	máx. 262	máx. 140	máx. 70 (HRB)
SAE 1020	máx. 262	máx. 145	máx. 75 (HRB)
SAE 1022	máx. 262	máx. 165	máx. 160
SAE 10B22	máx. 262	máx. 155	máx. 150
SAE 1025	máx. 262	-	-
SAE 1030	máx. 262	máx. 170	máx. 160
SAE 1035	máx. 262	máx. 174	máx. 163
SAE 1040	máx. 262	máx. 177	máx. 166
SAE 1045	máx. 262	máx. 180	máx. 169
SAE 1050	máx. 262	-	máx. 184
SAE 1060	máx. 293	-	máx. 198
SAE 1070	máx. 293	máx. 220	máx. 202
SAE 1080/1084	máx. 293	-	máx. 207
DIN 9SMn28	máx. 262	máx. 160	-
SAE 1141	máx. 262	máx. 220	-
SAE 1522	máx. 262	-	-
SAE 1524	máx. 262	-	-
SAE 1541	máx. 262	máx. 200	máx. 182
SAE 1552	máx. 293	máx. 230	-
SAE 4135	máx. 293	máx. 217	máx. 177
SAE 4140	máx. 341	máx. 228	máx. 190
DIN 41Cr4	máx. 293	máx. 210	máx. 185
DIN 16MnCr5	máx. 262	máx. 180	máx. 165
DIN 20MnCr5	máx. 262	máx. 217	-
SAE 4320	máx. 262	máx. 217	-
SAE 4340	S/Garantia	máx. 260	máx. 210
SAE 5115	máx. 262	máx. 180	máx. 154
SAE 5135	máx. 262	máx. 195	máx. 169
SAE 5140	máx. 293	máx. 207	máx. 172
SAE 5160	S/Garantia	máx. 240	máx. 200
SAE 52100	S/Garantia	máx. 250	máx. 207
SAE 6150	S/Garantia	máx. 235	máx. 200
SAE 8615	máx. 262	máx. 170	-
SAE 8620	máx. 262	máx. 180	-
SAE 8622	máx. 262	-	-
SAE 8625/8627	máx. 262	160 - 210	-
SAE 8630	máx. 262	-	-
SAE 8640	máx. 341	máx. 206	máx. 183
SAE 9254	máx. 341	máx. 285	máx. 210
DIN C 70S6	máx. 293	210 - 250	-
DIN 38MnSiVS5	S/Garantia	-	-

5.2 - Propriedades Mecânicas de Material Beneficiado - Aços Construção Mecânica Ligado e Construção Mecânica Carbono

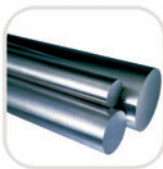
Bitola $\leq 40\text{mm}$					
Qualidade	RT(N/mm ²)	LE(N/mm ²)	AI(%)	Est(%)	Dur(HB)
SAE 1035	600 - 750	min. 370	min. 19	min. 45	180 - 228
SAE 1040	630 - 780	min. 400	min. 18	min. 40	187 - 232
SAE 1045	650 - 800	min. 430	min. 16	min. 40	195 - 234
SAE 1050	700 - 850	min. 400	min. 14	min. 35	215 - 253
SAE 1060	800 - 950	min. 520	min. 13	min. 30	240 - 285
SAE 4135	900 - 1100	min. 650	min. 12	min. 50	271 - 335
SAE 4140	1000 - 1200	min. 750	min. 11	min. 45	300 - 340
SAE 4340	1000 - 1200	min. 900	min. 11	min. 50	300 - 340
SAE 5135	850 - 1000	min. 630	min. 13	min. 40	253 - 300
SAE 5140	900 - 1100	min. 660	min. 12	min. 35	271 - 335
SAE 6150	1000 - 1200	min. 800	min. 10	min. 45	300 - 340
SAE 8640	900 - 1150	—	—	—	271 - 345

Bitola 40 a 100mm					
Qualidade	RT(N/mm ²)	LE(N/mm ²)	AI(%)	Est(%)	Dur(HB)
SAE 1035	550 - 700	min. 320	min. 20	min. 50	159 - 215
SAE 1040	600 - 750	min. 350	min. 19	min. 45	168 - 223
SAE 1045	630 - 780	min. 370	min. 17	min. 45	180 - 228
SAE 1050	650 - 800	min. 400	min. 16	min. 40	200 - 240
SAE 1060	750 - 900	min. 450	min. 14	min. 35	228 - 271
SAE 4135	800 - 950	min. 550	min. 14	min. 55	240 - 285
SAE 4140	900 - 1100	min. 650	min. 12	min. 50	260 - 320
SAE 4340	1000 - 1200	min. 900	min. 11	min. 50	300 - 340
SAE 5135	750 - 900	min. 510	min. 14	min. 40	228 - 271
SAE 5140	800 - 950	min. 560	min. 14	min. 40	240 - 285
SAE 6150	900 - 1100	min. 700	min. 12	min. 50	271 - 335
SAE 8640	800 - 950	—	—	—	240 - 285

Bitola > 100 a 160mm					
Qualidade	RT(N/mm ²)	LE(N/mm ²)	AI(%)	Est(%)	Dur(HB)
SAE 1035	—	—	—	—	—
SAE 1040	—	—	—	—	—
SAE 1045	—	—	—	—	—
SAE 1050	—	—	—	—	—
SAE 1060	—	—	—	—	—
SAE 4135	750 - 900	min. 500	min. 15	min. 55	228 - 271
SAE 4140	800 - 950	min. 550	min. 13	min. 50	230 - 275
SAE 4340	900 - 1100	min. 700	min. 12	min. 55	270 - 330
SAE 5135	—	—	—	—	—
SAE 5140	—	—	—	—	—
SAE 6150	850 - 1000	min. 650	min. 13	min. 50	253 - 300
SAE 8640	750 - 900	—	—	—	228 - 271

Capítulo II

Aços Gerdau e Equivalências com Normas



II - AÇOS GERDAU E EQUIVALÊNCIAS COM NORMAS

1 - AÇOS CARBONO NÃO RESSULFURADOS

QUAL. GERDAU (GG)	COPANT/SAE (NBR NM87)	DIN	UNI	JIS (G4051)	BS (970 part.1)	AFNOR (33-101)
1010	1010	(C10/C10E/Cq10)	(C10)	(S 10C)	(045A10)	C12
1015	1015	(C15/C15E/C15R/Cq15)	(C15-C16)	(S 15C)	(080A15)	-
1018	1016/1018/1019	-	-	-	080A17	(C20)
1020	1020	(C20/C20E/C20R/Cq22)	(C20)	(S 20C)	(050A20)	(C20)
1022	1022	(C22/C22E/Cq22)	-	(S 22C)	-	-
1030	1030	(C30/C30E/C30R)	(C30/C31)	(S 30C)	080A30	(XC32)
1035	1035	(C35/C35E/C35R/Cq35/Cf35)	(C35/C36)	(S 35C)	080A35	(C35)
1040	1038/1040	(C40/C40E/C40R)	(C40/C41)	(S 40C)	080A40	(C40)
1541	1541	-	-	(SMn2H/SMn 3H)	080A40 (150M36)	(XC42)
1045	1045	(C45/C45E/C45R/Cq45/Cf45)	(C45/C46)	(S 45C)	080A47	(C45)
1050	1050	(C50/C50E/C50R)	(C50/C51/C53)	(S 50C)	(080A52)	XC50
1060	1060	(C60/C60E/C60R)	(C60/C61)	(S 58C)	-	-
1084	1080/1084	(C85/85Mn3)	-	-	080A83	(X80)

2 - AÇOS DE USINAGEM FÁCIL

QUAL. GERDAU (GG)	COPANT/SAE (MBR NM87)	DIN/UNI (EN 10087)	JIS (G4808)	BS (970 part1)	AFNOR (A35-562)
11SMn30	(1213)	11SMn30	SUM 22	(230M07)	(S 250)
11SMn37	(1215)	11SMn37	SUM 23	(240M07)	(S 300)
1141	1141	-	SUM 42	-	-

3 - AÇOS LIGADOS PARA BENEFICIAMENTO

QUAL. GERDAU (GG)	COPANT/SAE (NBR NM87)	DIN/UNI (EN 10087)	JIS (G4052)	BS (970 part 1)	AFNOR (A 35-552)
-	1330	(30Mn5)	(SMn 2H)	(120M36)	-
-	4037	-	-	(605A37)	-
41Cr4	5140	41Cr4	SCr 4H	(530H40)	42C4
4130	4130	(30CrMo4)	SCM 3H	(708A30)	(30CD4)
4140	4140	(42CrMo4)	(SCM 4H)	(708M40)	(42CD4)
4142	4142	41CrMo4	(SCM 4H)	(708A42)	(42CD4)
4150	4150	(50CrMo4)	(SCM 5H)	(708A47)	-
42CrMo4	(4140)	42CrMo4	(SCM 24H)	708M40	42CD4
4340	4340	(40CrNiMo6)	(SNCM 21H)	(817M40)	(35NCD6)
5135	5135	(34Cr4)	(SCr 3H)	(530A36)	(38C4)
5140	5140	(41Cr4)	(SCr 4)	(530M40)	(42C4)
5160	5160	-	-	527A60	-
6150	6150	50CrV4	(SUP 10)	735A50	(50CV4)
-	8630	(30NiCrMo22)	-	-	(30NCD2)
8640	8640	(40NiCrMo22)	(SNCM 23H)	-	40NCD2TS
-	8645	-	(SNCM 23H)	-	-

4 - AÇOS LIGADOS PARA CEMENTAÇÃO

QUAL. GERDAU (GG)	COPANT/SAE (NBR NM87)	DIN/UNI (EN 10087)	JIS (G4052)	BS (970 part 1)	AFNOR (A 35-552)
-	4118	-	(SCM 21H)	-	-
4320	4320	-	(SNCM 23H)	(820M17)	(20NCD7)
-	4817	-	-	-	-
-	4820	-	-	-	-
5115	5115	16MnCr5	-	(527M17)	(16MC5)
16MnCr5	5116	16MnCr5	-	590M17	16MC5
20MnCr5	5119	20MnCr5	-	-	20MC5
5120	5120	(20MnCr5)	(SMnC 21H)	-	(20MC5)
8615	8615	-	-	-	-
-	8620	21NiCrMo2	(SNCM 21H)	805M20	20NCD2
8822	8822	-	-	-	-

5 - AÇOS PARA DEFORMAÇÃO A FRIO

QUAL. GERDAU (GG)	COPANT/SAE (NBR NM 87)	DIN/UNI (EN 10087)	JIS (G4052)	BS (970 part 1)	AFNOR (A 35-552)
1010	1010	Cq10	S10C	(045A10)	(CC10)
1015	1015	Cq15	S15C	(050A15)	-
1035Cr	1035	(Cq35)	-	-	-
1038Cr	1038	-	-	-	-
4140	4140	(42CrMo4)	(SCM 4H)	(708M40)	(42CD4)
5016M	(5016)	-	-	-	-
5135	5135	(34Cr4)	(SCr 3H)	(530A36)	-
41Cr4	5141	41Cr4	SCr 4H	530M40	42C4

6 - AÇOS PARA MOLAS

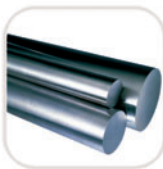
QUAL. GERDAU (GG)	COPANT/SAE (NBR 9162)	DIN/UNI (EN 10270)	JIS (G4801)	BS (970 part 5)	AFNOR (A35-571)
55Si7	-	55Si7	SUP6	(250A58)	RH388
5160	5160	-	SUP9A	527A60	(55C3)
51B60	51B60	-	SUP11	-	-
6150	6150	50CrV4	SUP10	735A50	(50CV4)
61B50	61B50	-	-	-	-
6158	6158	58CrV4	-	-	-
9254	9254	-	-	-	-
-	9260	60Si7	SUP7	(250A61)	(60S7)

7 - AÇOS PARA ROLAMENTOS

QUAL. GERDAU (GG)	COPANT/SAE	DIN (EN ISO 683-17)	JIS (G-4805)	BS	AFNOR (A35-565)
100Cr6	52100	100Cr6	SUJ 2	-	100C6

Capítulo III

Composição Química: COPANT, AISI, SAE e ASTM



III - COMPOSIÇÃO QUÍMICA: COPANT, AISI, SAE E ASTM

1 - AÇOS CONSTRUÇÃO MECÂNICA CARBONO SAE J403

1.1 - AÇOS CARBONO

SAE/COPANT	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)			
	C	Mn	P Máx.	S Máx.
1005	0,06 Máx.	0,35 Máx.	0,030	0,050
1006	0,08 Máx.	0,25 - 0,40	0,030	0,050
1008	0,10 Máx.	0,30 - 0,50	0,030	0,050
1010	0,08 - 0,13	0,30 - 0,60	0,030	0,050
1012	0,10 - 0,15	0,30 - 0,60	0,030	0,050
1015	0,13 - 0,18	0,30 - 0,60	0,030	0,050
1016	0,13 - 0,18	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1017	0,15 - 0,20	0,30 - 0,60	0,030	0,050
1018	0,15 - 0,20	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1020	0,18 - 0,23	0,30 - 0,60	0,030	0,050
1021	0,18 - 0,23	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1022	0,18 - 0,23	0,70 - 1,00	0,030	0,050
1023	0,20 - 0,25	0,30 - 0,60	0,030	0,050
1025	0,22 - 0,28	0,30 - 0,60	0,030	0,050
1026	0,22 - 0,28	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1029	0,25 - 0,31	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1030	0,28 - 0,34	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1035	0,32 - 0,38	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1038	0,35 - 0,42	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1039	0,39 - 0,44	0,70 - 1,00	0,030	0,050
1040	0,37 - 0,44	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1042	0,40 - 0,47	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1043	0,40 - 0,47	0,70 - 1,00	0,030	0,050
1044	0,43 - 0,50	0,30 - 0,60	0,030	0,050
1045	0,43 - 0,50	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1046	0,43 - 0,50	0,70 - 1,00	0,030	0,050
1049	0,46 - 0,53	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1050	0,48 - 0,55	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1053	0,48 - 0,55	0,70 - 1,00	0,030	0,050
1055	0,50 - 0,60	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1060	0,55 - 0,65	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1065	0,60 - 0,70	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1070	0,65 - 0,75	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1078	0,72 - 0,85	0,30 - 0,60	0,030	0,050
1080	0,75 - 0,88	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1086	0,80 - 0,93	0,30 - 0,50	0,030	0,050
1090	0,85 - 0,98	0,60 - 0,90	0,030	0,050
1095	0,90 - 1,03	0,30 - 0,50	0,030	0,050

Boro: 0,0005 - 0,003%

1.2 - AÇOS CARBONO COM TEOR DE MANGANÊS ELEVADO

SAE/COPANT	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)			
	C	Mn	P Máx.	S Máx.
1522	0,18 - 0,24	1,10 - 1,40	0,030	0,050
1524	0,19 - 0,25	1,35 - 1,65	0,030	0,050
1526	0,22 - 0,29	1,10 - 1,40	0,030	0,050
1527	0,22 - 0,29	1,20 - 1,50	0,030	0,050
1541	0,36 - 0,44	1,35 - 1,65	0,030	0,050
1548	0,44 - 0,52	1,10 - 1,40	0,030	0,050
1552	0,47 - 0,55	1,20 - 1,50	0,030	0,050
1566	0,60 - 0,71	0,85 - 1,15	0,030	0,050

Boro: 0,0005 - 0,003%

1.3 - AÇOS CARBONO RESSULFURADOS (USINAGEM FÁCIL)

SAE/COPANT	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)			
	C	Mn	P Máx.	S
1117	0,14 - 0,20	1,00 - 1,30	0,030	0,08 - 0,13
1118	0,14 - 0,20	1,30 - 1,60	0,030	0,08 - 0,13
1137	0,32 - 0,39	1,35 - 1,65	0,030	0,08 - 0,13
1140	0,37 - 0,44	0,70 - 1,00	0,030	0,08 - 0,13
1141	0,37 - 0,45	1,35 - 1,65	0,030	0,08 - 0,13
1144	0,40 - 0,48	1,35 - 1,65	0,030	0,24 - 0,33
1146	0,42 - 0,49	0,70 - 1,00	0,030	0,08 - 0,13

1.4 - AÇOS CARBONO RESSULFURADOS E REFOSFORADOS (USINAGEM FÁCIL)

SAE/COPANT	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)				
	C MÁX.	Mn	P	S	Pb
1212	0,13	0,70 - 1,00	0,07 - 0,12	0,16 - 0,23	-
1213	0,13	0,70 - 1,00	0,07 - 0,12	0,24 - 0,33	-
12L14	0,15	0,85 - 1,15	0,04 - 0,09	0,26 - 0,35	0,15 - 0,35
1215	0,09	0,75 - 1,05	0,04 - 0,09	0,26 - 0,35	-

1.5 - TOLERÂNCIA PARA ANÁLISE DE VERIFICAÇÃO DOS AÇOS CONSTRUÇÃO MECÂNICA CARBONO

Variações permissíveis nas faixas e limites de composição química de aços carbono na forma de barras laminadas a quente e acabadas a frio, semi-acabados para forjamento e fio-máquina conforme SAE J409.

Elemento	Limite ou máximo da faixa especificada %	Variações permissíveis, % acima do limite superior ou abaixo do limite inferior para as secções indicadas (S).			
		Barras, fio máquina, tubos sem costura e produtos semi-acabados para forjaria $S \leq 650 \text{ cm}^2$	Produtos semi-acabados para forjaria		
			$S > 650 \text{ cm}^2$ a $S \leq 1290 \text{ cm}^2$	$S > 1290 \text{ cm}^2$ a $S \leq 2580 \text{ cm}^2$	$S > 2580 \text{ cm}^2$ a $S < 5160 \text{ cm}^2$
C	$C \leq 0,25$	0,02	0,03	0,04	0,05
	$0,25 < C \leq 0,55$	0,03	0,04	0,05	0,06
	$0,55 < C$	0,04	0,05	0,06	0,07
Mn	$Mn \leq 0,90$	0,03	0,04	0,06	0,07
	$0,90 < Mn \leq 1,65$	0,06	0,06	0,07	0,08
P	Somente acima do máximo até 0,040 inclusive	0,008	0,008	0,010	0,015
S	Somente acima do máximo até 0,050 inclusive	0,008	0,010	0,010	0,015
Si	$Si \leq 0,35$	0,02	0,02	0,03	0,04
	$0,35 < Si \leq 0,60$	0,05	-	-	-
Cu	Somente abaixo do mínimo para aços com liga de cobre	0,02	0,03	-	-
Pb(*)	$0,15 < Pb \leq 0,35$	0,03	0,03	-	-

OBS.: 1) (*) As tolerâncias de análise de verificação para chumbo, são aplicáveis, tanto abaixo do mínimo como acima do máximo, para uma faixa de 0,15 a 0,35% de chumbo.

- Os aços efervescentes ou capeados caracterizam-se pela falta de uniformidade na composição química, especialmente no que se refere aos elementos C, P e S; razão pela qual as tolerâncias de análises de verificação não são tecnologicamente adequadas a esses aços com relação a estes três elementos.
- Aços refosforados não são sujeitos a análise de verificação para P e aços resulfurados não são sujeitos a análise de verificação para o S.
- Nos aços ao Boro, este elemento não é sujeito a análise de verificação.

2 - AÇOS CONSTRUÇÃO MECÂNICA LIGADOS COPANT/SAE - J404

2.1 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA

SAE/ COPANT	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)								
	C	Mn	P Máx.	S Máx.	Si	Ni	Cr	Mo	V
1335	0,33-0,38	1,60-1,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	-	-	-
1340	0,38-0,43	1,60-1,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	-	-	-
4023	0,20-0,25	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	-	0,20-0,30	-
4027	0,25-0,30	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	-	0,20-0,30	-
4037	0,35-0,40	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	-	0,20-0,30	-
4047	0,45-0,50	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	-	0,20-0,30	-
4118	0,18-0,23	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,40-0,60	0,08-0,15	-
4120	0,18-0,23	0,90-1,20	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,40-0,60	0,13-0,20	-
4130	0,28-0,33	0,40-0,60	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,80-1,10	0,15-0,25	-
4135	0,33-0,38	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,80-1,10	0,15-0,25	-
4137	0,35-0,40	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,80-1,10	0,15-0,25	-
4140	0,38-0,43	0,75-1,00	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,80-1,10	0,15-0,25	-
4142	0,40-0,45	0,75-1,00	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,80-1,10	0,15-0,25	-
4145	0,43-0,48	0,75-1,00	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,80-1,10	0,15-0,25	-
4150	0,48-0,53	0,75-1,00	0,030	0,040	0,15-0,35	1,65-2,00	0,80-1,10	0,15-0,25	-
4320	0,17-0,22	0,45-0,65	0,030	0,040	0,15-0,35	1,65-2,00	0,40-0,60	0,20-0,30	-
4340	0,38-0,43	0,60-0,80	0,030	0,040	0,15-0,35	1,65-2,00	0,70-0,90	0,20-0,30	-
4620	0,17-0,22	0,45-0,65	0,030	0,040	0,15-0,35	3,25-3,75	-	0,20-0,30	-
4820	0,18-0,23	0,50-0,70	0,030	0,040	0,15-0,35	0,20-0,35	-	0,20-0,30	-
50B46 ^a	0,44-0,49	0,75-1,00	0,030	0,040	0,15-0,35	-	-	-	-
5115	0,13-0,18	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,70-0,90	-	-

(continua)

SAE/ COPANT	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)								
	C	Mn	PMáx.	SMáx.	Si	Ni	Cr	Mo	V
5115	0,13-0,18	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,70-0,90	-	-
5120	0,17-0,22	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,70-0,90	-	-
5130	0,28-0,33	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,80-1,10	-	-
5132	0,30-0,35	0,60-0,80	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,75-1,00	-	-
5140	0,38-0,43	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,70-0,90	-	-
5150	0,48-0,53	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,70-0,90	-	-
5160	0,56-0,64	0,75-1,00	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,70-0,90	-	-
51B60 ^a	0,56-0,64	0,75-1,00	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,70-0,90	-	-
52100	0,98-1,10	0,25-0,45	0,025	0,025	0,15-0,35	-	1,30-1,60	-	-
6150	0,48-0,53	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	-	0,80-1,10	-	min. 0,15
8615	0,16-0,18	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	0,40-0,70	0,40-0,60	0,15-0,25	-
8617	0,15-0,20	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	0,40-0,70	0,40-0,60	0,15-0,25	-
8620	0,18-0,23	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	0,40-0,70	0,40-0,60	0,15-0,25	-
8622	0,20-0,25	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	0,40-0,70	0,40-0,60	0,15-0,25	-
8625	0,23-0,28	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	0,40-0,70	0,40-0,60	0,15-0,25	-
8630	0,28-0,33	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	0,40-0,70	0,40-0,60	0,15-0,25	-
8640	0,38-0,43	0,75-1,00	0,030	0,040	0,15-0,35	0,40-0,70	0,40-0,60	0,15-0,25	-
8645	0,43-0,48	0,75-1,00	0,030	0,040	0,15-0,35	0,40-0,70	0,40-0,60	0,15-0,25	-
8720	0,18-0,23	0,70-0,90	0,030	0,040	0,15-0,35	0,40-0,70	0,40-0,60	0,20-0,30	-
8822	0,20-0,25	0,75-1,00	0,030	0,040	0,15-0,35	0,40-0,70	0,40-0,60	0,30-0,40	-
9254	0,51-0,59	0,60-0,80	0,030	0,040	1,20-1,60	-	0,60-0,80	-	-
9259	0,56-0,64	0,75-1,00	0,030	0,040	0,70-1,10	-	0,45-0,65	-	-
9260	0,56-0,64	0,75-1,00	0,030	0,040	1,80-2,20	-	-	-	-

a - Contém Boro: 0,0005 - 0,0030%

2.2 - TOLERÂNCIA PARA ANÁLISE DE VERIFICAÇÃO DOS AÇOS

CONSTRUÇÃO MECÂNICA LIGADOS

Variações permissíveis nas faixas e limites de composição química especificadas para aços ligados conforme SAE J409.

Elemento	Limite ou máximo da faixa especificada %	Variações permissíveis, % acima do limite superior ou abaixo do limite inferior para as seções indicadas (S).			
		Barras, chapas, tiras e produtos semi-acabados $S \leq 650 \text{ cm}^2$	Produtos semi-acabados para forjaria		
			$S > 650 \text{ cm}^2$ a $S \leq 1290 \text{ cm}^2$	$S > 1290 \text{ cm}^2$ a $S \leq 2580 \text{ cm}^2$	$S > 2580 \text{ cm}^2$ a $S \leq 5160 \text{ cm}^2$
C	$C \leq 0,30$	0,01	0,02	0,03	0,04
	$0,30 < C \leq 0,75$	0,02	0,03	0,04	0,05
Mn	$0,75 < C$	0,03	0,04	0,05	0,06
	$Mn \leq 0,90$	0,03	0,04	0,05	0,06
P	$0,90 < Mn \leq 2,10$	0,04	0,05	0,06	0,07
S	Somente acima máx.	0,005	0,010	0,010	0,010
Si	$S \leq 0,060(a)$	0,005	0,010	0,010	0,010
	$Si \leq 0,40$	0,02	0,02	0,03	0,04
Ni	$0,40 < Si \leq 2,20$	0,05	0,06	0,06	0,07
	$Ni \leq 1,00$	0,03	0,03	0,03	0,03
Cr	$1,00 < Ni \leq 2,00$	0,05	0,05	0,05	0,05
	$2,00 < Ni \leq 5,30$	0,07	0,07	0,07	0,07
Mo	$5,30 < Ni \leq 10,00$	0,10	0,10	0,10	0,10
	$Cr \leq 0,90$	0,03	0,04	0,04	0,05
W	$0,90 < Cr \leq 2,10$	0,05	0,06	0,06	0,07
	$2,10 < Cr \leq 3,99$	0,10	0,10	0,12	0,14
V	$Mo \leq 0,20$	0,01	0,01	0,02	0,03
	$0,20 < Mo \leq 0,40$	0,02	0,03	0,03	0,04
Al (b)	$0,40 < Mo \leq 1,15$	0,03	0,04	0,05	0,06
	$W \leq 1,00$	0,04	0,05	0,05	0,06
Pb (b)	$1,00 < W \leq 4,00$	0,08	0,09	0,10	0,12
	$V \leq 0,10$	0,01	0,01	0,01	0,01
Cu (b)	$0,10 < V \leq 0,25$	0,02	0,02	0,02	0,02
	$0,25 < V \leq 0,50$	0,03	0,03	0,03	0,03
	Quando espec. só limite inf., variação permissível abaixo deste.	0,01	0,01	0,01	0,01
	$Al \leq 0,10$	0,03	-	-	-
	$0,10 < Al \leq 0,20$	0,04	-	-	-
	$0,20 < Al \leq 0,30$	0,05	-	-	-
	$0,30 < Al \leq 0,80$	0,07	-	-	-
	$0,80 < Al \leq 1,80$	0,10	-	-	-
	$0,15 < Pb \leq 0,35$	0,03 (c)	-	-	-
	$Cu \leq 1,00$	0,03	-	-	-
	$1,00 < Cu \leq 2,00$	0,05	-	-	-

OBS.: 1 (a) - Enxofre, acima de 0,060, não está sujeito a análise de verificação.

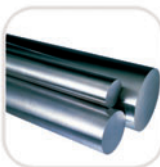
2 (b) - Tolerâncias indicadas aplicam-se apenas a seção $S \leq 650 \text{ cm}^2$ ou menor.

3 (c) - Tolerância é aplicada tanto abaixo do mínimo como acima do máximo.

4 - Nos aços ao Boro, este elemento não é sujeito a análise de verificação.

Capítulo IV

Composição Química: Aços DIN



IV - COMPOSIÇÃO QUÍMICA: AÇOS DIN

1 - AÇOS DE USINAGEM FÁCIL DIN EN 10087

DIN		Composição Química (%) (1)					
Símbolo	WNr	C	Si	Mn	P Máx.	S	Pb

Aços normalmente não utilizados para tratamento térmico (2)

11SMn30	1.0715	≤0,14	≤0,05	0,90/1,30	0,11	0,27/0,33 (4)	-
11SMnPb30	1.0718	≤0,14	≤0,05	0,90/1,30	0,11	0,27/0,33 (4)	0,20/0,35
11SMn37	1.0736	≤0,14	≤0,05	1,00/1,50	0,11	0,34/0,40	-
11SMnPb37	1.0737	≤0,14	≤0,05	1,00/1,50	0,11	0,34/0,40	0,20/0,35

Aços para cementação e de usinagem fácil (2)

10S20	1.0721	0,07/0,13	≤0,40	0,70/1,10	0,060	0,15/0,25	-
10SPb20	1.0722	0,07/0,13	≤0,40	0,70/1,10	0,060	0,15/0,25	0,20/0,35
15SMn13	1.0725	0,12/0,18	≤0,40	0,90/1,30	0,060	0,08/0,18	-

Aços para beneficiamento e de usinagem fácil

35S20	1.0726	0,32/0,39	≤0,40	0,70/1,10	0,060	0,15/0,25	-
46S20	1.0727	0,42/0,50	≤0,40	0,70/1,10	0,060	0,15/0,25	-

OBS.: 1) Elementos residuais não especificados acima são aceitos com o seguintes teores máximos:

Cr	0,20% Máx.
Ni	0,25% Máx.
Mo	0,06% Máx.
Cu	0,35% Máx.

2) Os aços 11SMn30 e 11SMnPb30, em certos casos podem ser submetidos a tratamento de cementação devendo o usuário certificar-se de que isso seja compatível com a aplicação prevista.

3) Para o aço se acalmar é admissível um teor de Mn mínimo de 0,50% em peso.

4) Um teor máximo de 0,30% em peso de S na análise pode ser pedido sob acordo.

2 - AÇOS PARA BENEFICIAMENTO DIN EN 10083

DIN		Composição Química (%) (1)								
Símbolo	W Nr	C	Si	Mn	P Máx.	S Máx.	Cr	Mo	Ni	V
Aços de Qualidade										
C22 (2) (3)	1.0402	0,17/0,24	≤0,40	0,40/0,70	0,045	0,045	≤0,40	≤0,10	≤0,40	-
C35 (3)	1.0501	0,32/0,39	≤0,40	0,50/0,80	0,045	0,045	≤0,40	≤0,10	≤0,40	-
C45 (3)	1.0503	0,42/0,50	≤0,40	0,50/0,80	0,045	0,045	≤0,40	≤0,10	≤0,40	-
C55 (3)	1.0535	0,52/0,60	≤0,40	0,60/0,90	0,045	0,045	≤0,40	≤0,10	≤0,40	-
C60 (3)	1.0601	0,57/0,65	≤0,40	0,60/0,90	0,045	0,045	≤0,40	≤0,10	≤0,40	-
Aços Especiais										
C22E (2) (3)	1.1151	0,17/0,24	≤0,40	0,40/0,70	0,035	0,035	≤0,40	≤0,10	≤0,40	-
C35E (3)	1.1181	0,32/0,39	≤0,40	0,50/0,80	0,035	0,035	≤0,40	≤0,10	≤0,40	-
C45E (3)	1.1191	0,42/0,50	≤0,40	0,50/0,80	0,035	0,035	≤0,40	≤0,10	≤0,40	-
C55E (3)	1.1203	0,52/0,60	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,035	≤0,40	≤0,10	≤0,40	-
C60E (3)	1.1221	0,57/0,65	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,035	≤0,40	≤0,10	≤0,40	-
38Cr2	1.7003	0,35/0,42	≤0,40	0,50/0,80	0,035	0,035	0,40/0,60			-
46Cr2	1.7006	0,42/0,50	≤0,40	0,50/0,80	0,035	0,035	0,40/0,60			-
34Cr4	1.7033	0,30/0,37	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,035	0,90/1,20			-
37Cr4	1.7034	0,34/0,41	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,035	0,90/1,20			-
41Cr4	1.7035	0,38/0,45	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,035	0,90/1,20			-
25CrMo4	1.7218	0,22/0,29	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,035	0,90/1,20	0,15/0,30	-	-
34CrMo4	1.7220	0,30/0,37	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,035	0,90/1,20	0,15/0,30	-	-
42CrMo4	1.7225	0,38/0,45	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,035	0,90/1,20	0,15/0,30	-	-
50CrMo4 (2)	1.7228	0,46/0,54	≤0,40	0,50/0,80	0,035	0,035	0,90/1,20	0,15/0,30	-	-
36CrNiMo4	1.6511	0,32/0,40	≤0,40	0,50/0,80	0,035	0,035	0,90/1,20	0,15/0,30	0,90/1,20	-
34CrNiMo6	1.6582	0,30/0,38	≤0,40	0,50/0,80	0,035	0,035	1,30/1,70	0,15/0,30	1,30/1,70	-
30CrNiMo8	1.6580	0,26/0,34	≤0,40	0,30/0,60	0,035	0,035	1,80/2,20	0,30/0,50	1,80/2,20	-
51CrV4	1.8159	0,47/0,55	≤0,40	0,70/1,10	0,035	0,035	0,90/1,20	-	-	0,10/0,25
Aços com Faixa de Enxofre Garantida										
C35R (3)	1.1180	0,32/0,39	≤0,40	0,50/0,80	0,035	0,020/0,040	≤0,40	≤0,10	≤0,40	-
C45R (3)	1.1201	0,42/0,50	≤0,40	0,50/0,80	0,035	0,020/0,040	≤0,40	≤0,10	≤0,40	-
C55R (3)	1.1209	0,52/0,60	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,020/0,040	≤0,40	≤0,10	≤0,40	-
C60R (3)	1.1223	0,57/0,65	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,020/0,040	≤0,40	≤0,10	≤0,40	-
34CrS4	1.7037	0,30/0,37	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,020/0,040	0,90/1,20	-	-	-
37CrS4	1.7038	0,34/0,41	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,020/0,040	0,90/1,20	-	-	-
41CrS4	1.7039	0,38/0,45	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,020/0,040	0,90/1,20	-	-	-
34CrMoS4	1.7226	0,30/0,37	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,020/0,040	0,90/1,20	0,15/0,30	-	-
42CrMoS4	1.7227	0,38/0,45	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,020/0,040	0,90/1,20	0,15/0,30	-	-

OBS.: 1) Estes elementos residuais não especificados acima são aceitos com os seguintes teores máximos: Cr 0,20%, Ni 0,25%, Mo 0,06%, Cu 0,35%.

2) O emprego destes aços deve ser considerado somente para fins especiais.

3) Cr + Mo + Ni ≤ 0,63.

3 - AÇOS PARA CEMENTAÇÃO DIN EN 10084

DIN		Composição Química (%) (1) (2)							
Símbolo	WNr	C	Si	Mn	P Máx.	S Máx.	Cr	Mo	Ni
Aços Especiais									
C10E	1.1121	0,07/0,13	≤0,40	0,30/0,60	0,035	0,035	-	-	-
C15E	1.1141	0,12/0,18	≤0,40	0,30/0,60	0,035	0,035	-	-	-
17Cr3	1.7016	0,14/0,20	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,035	0,70/1,00	-	-
16MnCr5	1.7131	0,14/0,19	≤0,40	1,00/1,30	0,035	0,035	0,80/1,10	-	-
20MnCr5	1.7147	0,17/0,22	≤0,40	1,10/1,40	0,035	0,035	1,00/1,30	-	-
20MoCr4	1.7321	0,17/0,23	≤0,40	0,70/1,00	0,035	0,035	0,30/0,60	0,40/0,50	-
20MoCr3	1.7320	0,17/0,23	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,035	0,40/0,70	0,30/0,40	-
17CrNi6-6	1.5918	0,14/0,20	≤0,40	0,50/0,90	0,035	0,035	1,40/1,70	-	1,40/1,70
18CrNiMo7-6	1.6587	0,15/0,21	≤0,40	0,50/0,90	0,035	0,035	1,50/1,80	0,25/0,35	1,40/1,70
Aços Especiais com Faixa de Enxofre Garantida									
C10R	1.1207	0,07/0,13	≤0,40	0,30/0,60	0,035	0,020/0,040	-	-	-
C15R	1.1140	0,12/0,18	≤0,40	0,30/0,60	0,035	0,020/0,040	-	-	-
16MnCrS5	1.7139	0,14/0,19	≤0,40	1,00/1,30	0,035	0,020/0,040	0,80/1,10	-	-
20MnCrS5	1.7149	0,17/0,22	≤0,40	1,10/1,40	0,035	0,020/0,040	1,00/1,30	-	-
20MnCrS4	1.7323	0,17/0,23	≤0,40	0,70/1,00	0,035	0,020/0,040	0,30/0,60	0,40/0,50	-
20MnCrS3	1.7319	0,17/0,23	≤0,40	0,60/0,90	0,035	0,020/0,040	0,40/0,70	0,30/0,40	-

OBS.: 1) Aços ligados previstos para têmpera direta devem conter no mínimo 0,02% em peso de alumínio metálico (solúvel em ácido).

2) Elementos residuais, não especificados acima, são aceitos com os seguintes teores máximos: Cr 0,20%, Mo 0,06%, Ni 0,25% e Cu 0,35%.

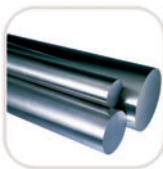
4 - AÇOS PARA CONFORMAÇÃO A FRIO DIN EN 10263

DIN		Composição Química (%) (1)									
Símbolo	WNr	C	Si (2)	Mn	P Máx.	S Máx.	Cr	Mo	Ni	B	Cu Máx.
Aços sem Boro											
C15E2C	1.1132	0,13/0,17	≤0,30	0,30/0,60	0,025	0,025	-	-	-	-	0,25
C20E2C	1.1152	0,18/0,22	≤0,30	0,30/0,60	0,025	0,025	-	-	-	-	0,25
C35EC	1.1172	0,32/0,39	≤0,30	0,50/0,80	0,025	0,025	-	-	-	-	0,25
C45EC	1.1192	0,42/0,50	≤0,30	0,50/0,80	0,025	0,025	-	-	-	-	0,25
17Cr3	1.7016	0,14/0,20	≤0,30	0,60/0,90	0,025	0,025	0,70/1,00	-	-	-	0,25
38Cr2	1.7003	0,35/0,42	≤0,30	0,50/0,80	0,025	0,025	0,40/0,60	-	-	-	0,25
46Cr2	1.7006	0,42/0,50	≤0,30	0,50/0,80	0,025	0,025	0,40/0,60(3)	-	-	-	0,25
34Cr4	1.7033	0,30/0,37	≤0,30	0,60/0,90	0,025	0,025	0,90/1,20	-	-	-	0,25
37Cr4	1.7034	0,34/0,41	≤0,30	0,60/0,90	0,025	0,025	0,90/1,20	-	-	-	0,25
41Cr4	1.7035	0,38/0,45	≤0,30	0,60/0,90	0,025	0,025	0,90/1,20	-	-	-	0,25
16MnCr5	1.7131	0,14/0,19	≤0,30	1,00/1,30	0,025	0,025	0,80/1,10	-	-	-	0,25
20MoCr4	1.7321	0,17/0,23	≤0,30	0,70/1,00	0,025	0,025	0,30/0,60	0,40/0,50	-	-	0,25
25CrMo4	1.7218	0,22/0,29	≤0,30	0,60/0,90	0,025	0,025	0,90/1,20	0,15/0,30	-	-	0,25
34CrMo4	1.7220	0,30/0,37	≤0,30	0,60/0,90	0,025	0,025	0,90/1,20	0,15/0,30	-	-	0,25
42CrMo4	1.7225	0,38/0,45	≤0,30	0,60/0,90	0,025	0,025	0,90/1,20	0,15/0,30	-	-	0,25
20NiCrMo2-2	1.6523	0,17/0,23	≤0,30	0,65/0,95	0,025	0,025	0,35/0,70	0,15/0,25	0,40/0,70	-	0,25
17CrNi6-6	1.5918	0,14/0,20	≤0,30	0,50/0,90	0,025	0,025	1,40/1,70	-	1,40/1,70	-	0,25
34CrNiMo6	1.6582	0,30/0,38	≤0,30	0,50/0,80	0,025	0,025	1,30/1,70	0,15/0,30	1,30/1,70	-	0,25
Aços com Boro (3)											
Símbolo	WNr	C	Si (2)	Mn	P Máx.	S Máx.	Cr	Mo	Ni	B	Cu Máx.
23B2	1.5508	0,20/0,25	≤0,30	0,60/0,90	0,025	0,025	-	-	-	0,0008/0,005	0,25
28B2	1.5510	0,25/0,30	≤0,30	0,60/0,90	0,025	0,025	-	-	-	0,0008/0,005	0,25
38B2	1.5515	0,35/0,40	≤0,15/0,30	0,60/0,90	0,025	0,025	-	-	-	0,0008/0,005	0,25

- OBS.: 1) Elementos residuais, não especificados acima, são aceitos com os seguintes teores máximos: Cr 0,20%; Ni 0,25%; Mo 0,06%
- 2) De comum acordo poderão ser acertados teores menores de silício.
- 3) Os valores indicados são provisórios.

Capítulo V

Temperabilidade



V - TEMPERABILIDADE

1 - TEMPERABILIDADE DOS AÇOS NORMA SAE J1268 VALORES DE DUREZA EM HRC

GERDAU	1038H		1045H		1330H		-		-		-	
SAE	1038H		1045H		1330H		1335H		1340H		1345H	
J 1/16"	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1	58	51	62	55	56	49	58	51	60	53	63	56
1,5	56	42	61	52	-	-	-	-	-	-	-	-
2	55	34	59	42	56	47	57	49	60	52	63	56
2,5	53	29	56	34	-	-	-	-	-	-	-	-
3	49	26	52	31	55	44	56	47	59	51	62	55
3,5	43	24	46	29	-	-	-	-	-	-	-	-
4	37	23	38	28	53	40	55	44	58	49	61	54
4,5	33	22	34	27	-	-	-	-	-	-	-	-
5	30	22	33	26	52	35	54	38	57	46	61	51
5,5	29	21	32	26	-	-	-	-	-	-	-	-
6	28	21	32	25	50	31	52	34	56	40	60	44
6,5	27	20	31	25	-	-	-	-	-	-	-	-
7	27	-	31	25	48	28	50	31	55	35	60	38
7,5	26	-	30	24	-	-	-	-	-	-	-	-
8	26	-	30	24	45	26	48	29	54	33	59	35
9	25	-	29	23	43	25	46	27	52	31	58	33
10	25	-	29	22	42	23	44	26	51	29	57	32
11	-	-	-	-	40	22	42	25	50	28	56	31
12	24	-	28	21	39	21	41	24	48	27	55	30
13	-	-	-	-	38	20	40	23	46	26	54	29
14	23	-	27	20	37	-	39	22	44	25	53	29
15	-	-	-	-	36	-	38	22	42	25	52	28
16	21	-	26	-	35	-	37	21	41	24	51	28
18	-	-	-	-	34	-	35	20	39	23	49	27
20	-	-	-	-	33	-	34	-	38	23	48	27
22	-	-	-	-	32	-	33	-	37	22	47	26
24	-	-	-	-	31	-	32	-	36	22	46	26
26	-	-	-	-	31	-	31	-	35	21	45	25
28	-	-	-	-	31	-	31	-	35	21	45	25
30	-	-	-	-	30	-	30	-	34	20	45	24
32	-	-	-	-	30	-	30	-	34	20	45	24

(continua)

(continuação)

GERDAU	15B21H		1522H		1524H		-		-		-	
SAE	15B21H		1522H		1524H		1526H		15B35H		15B37H	
J 1/16"	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1	48	41	50	41	51	42	53	44	58	51	58	50
1,5	48	41	48	41	49	42	50	42	-	-	-	-
2	47	40	47	32	48	38	49	38	56	50	56	50
2,5	47	39	46	27	47	34	47	33	-	-	-	-
3	46	38	45	22	45	29	46	26	55	49	55	49
3,5	45	36	42	21	43	25	42	25	-	-	-	-
4	44	30	39	20	39	22	39	21	54	48	54	48
4,5	42	23	37	-	38	20	37	20	-	-	-	-
5	40	20	34	-	35	-	33	-	53	39	53	43
5,5	38	-	32	-	34	-	31	-	-	-	-	-
6	35	-	30	-	32	-	30	-	51	28	52	37
6,5	32	-	28	-	30	-	28	-	-	-	-	-
7	27	-	27	-	29	-	27	-	47	24	51	33
7,5	22	-	-	-	28	-	26	-	-	-	-	-
8	20	-	-	-	27	-	26	-	41	22	50	26
9	-	-	-	-	26	-	24	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	25	-	24	-	30	20	45	22
11	-	-	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	23	-	-	-	27	-	40	21
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	22	-	-	-	26	-	33	20
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	29	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	27	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	25	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	23	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(continua)

(continuação)

GERDAU	1541H		15B41H		15B48H		-		-		-	
SAE	1541H		15B41H		15B48H		15B62H		4027H/4028H		4032H	
J 1/16"	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1	60	53	60	53	63	56	-	60	52	45	57	50
1,5	59	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	59	50	59	52	62	56	-	60	50	40	54	45
2,5	58	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	57	44	59	52	62	55	-	60	46	31	51	36
3,5	56	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	55	38	58	51	61	54	-	60	40	25	46	29
4,5	53	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	52	32	58	51	60	53	65	59	34	22	39	25
5,5	50	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	48	27	57	50	59	52	65	58	30	20	34	23
6,5	46	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	44	25	57	49	58	42	64	57	28	-	31	22
7,5	41	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	39	23	56	48	57	34	64	52	26	-	29	21
9	35	23	55	44	56	31	64	43	25	-	28	20
10	33	22	55	37	55	30	63	39	25	-	26	-
11	-	-	54	32	53	29	63	37	24	-	26	-
12	32	21	53	28	51	28	63	35	23	-	25	-
13	-	-	52	26	48	27	62	35	23	-	24	-
14	31	20	51	25	45	27	62	34	22	-	24	-
15	-	-	50	25	41	26	61	33	22	-	23	-
16	30	-	49	24	38	26	60	33	21	-	23	-
18	-	-	46	23	34	25	58	32	21	-	23	-
20	-	-	42	22	32	24	54	31	20	-	22	-
22	-	-	39	21	31	23	48	30	-	-	22	-
24	-	-	36	21	30	22	43	30	-	-	21	-
26	-	-	34	20	29	21	40	29	-	-	21	-
28	-	-	33	-	29	20	37	28	-	-	20	-
30	-	-	31	-	28	-	35	27	-	-	-	-
32	-	-	31	-	28	-	34	26	-	-	-	-

(continua)

(continuação)

GERDAU	4037H		-		-		4118H		4130H		4135H	
SAE	4037H		4042H		4047H		4118H		4130H		4135H	
J 1/16"	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1	59	52	62	55	64	57	48	41	56	49	58	51
2	57	49	60	52	62	55	46	36	55	46	58	50
3	54	42	58	48	60	50	41	27	53	42	57	49
4	51	35	55	40	58	42	35	23	51	38	56	48
5	45	30	50	33	55	35	31	20	49	34	56	47
6	38	26	45	29	52	32	28	-	47	31	55	45
7	34	23	39	27	47	30	27	-	44	29	54	42
8	32	22	36	26	43	28	26	-	42	27	53	40
9	30	21	34	25	40	28	24	-	40	26	52	38
10	29	20	33	24	38	27	23	-	38	26	51	36
11	28	-	32	24	37	26	22	-	36	25	50	34
12	27	-	31	23	35	26	21	-	35	25	49	33
13	26	-	30	23	34	25	21	-	34	24	48	32
14	26	-	30	23	33	25	20	-	34	24	47	31
15	26	-	29	22	33	25	-	-	33	23	46	30
16	25	-	29	22	32	25	-	-	33	23	45	30
18	25	-	28	22	31	24	-	-	32	22	44	29
20	25	-	28	21	30	24	-	-	32	21	42	28
22	25	-	28	20	30	23	-	-	32	20	41	27
24	24	-	27	20	30	23	-	-	31	-	40	27
26	24	-	27	-	30	22	-	-	31	-	39	27
28	24	-	27	-	29	22	-	-	30	-	38	26
30	23	-	26	-	29	21	-	-	30	-	38	26
32	23	-	26	-	29	21	-	-	29	-	37	26

GERDAU	4137H		4140H		4142H		4145H		4147H		4150H	
SAE	4137H		4140H		4142H		4145H		4147H		4150H	
J 1/6"	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1	59	52	60	53	62	55	63	56	64	57	65	59
2	59	51	60	53	62	55	63	55	64	57	65	59
3	58	50	60	52	62	54	62	55	64	56	65	59
4	58	49	59	51	61	53	62	54	64	56	65	58
5	57	49	59	51	61	53	62	53	63	55	65	58
6	57	48	58	50	61	52	61	53	63	55	65	57
7	56	45	58	48	60	51	61	52	63	55	65	57
8	55	43	57	47	60	50	61	52	63	54	64	56
9	55	40	57	44	60	49	60	51	63	54	64	56
10	54	39	56	42	59	47	60	50	62	53	64	55
11	53	37	56	40	59	46	60	49	62	52	64	54
12	52	36	55	39	58	44	59	48	62	51	63	53
13	51	35	55	38	58	42	59	46	61	49	63	51
14	50	34	54	37	57	41	59	45	61	48	62	50
15	49	33	54	36	57	40	58	43	60	46	62	48
16	48	33	53	35	56	39	58	42	60	45	62	47
18	46	32	52	34	55	37	57	40	59	42	61	45
20	45	31	51	33	54	36	57	38	59	40	60	43
22	44	30	49	33	53	35	56	37	58	39	59	41
24	43	30	48	32	53	34	55	36	57	38	59	40
26	42	30	47	32	52	34	55	35	57	37	58	39
28	42	29	46	31	51	34	55	35	57	37	58	38
30	41	29	45	31	51	33	55	34	56	37	58	38
32	41	29	44	30	50	33	54	34	56	36	58	38

(continua)

(continuação)

GERDAU	-		4320H		4340H		-		-		-	
SAE	4161H		4320H		4340H		4620H		4718H		4720H	
J 1/16"	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1	65	60	48	41	60	53	48	41	47	40	48	41
2	65	60	47	38	60	53	45	35	47	40	47	39
3	65	60	45	35	60	53	42	27	45	38	43	31
4	65	60	43	32	60	53	39	24	43	33	39	27
5	65	60	41	29	60	53	34	21	40	29	35	23
6	65	60	38	27	60	53	31	-	37	27	32	21
7	65	60	36	25	60	53	29	-	35	25	29	-
8	65	60	34	23	60	52	27	-	33	24	28	-
9	65	59	33	22	60	52	26	-	32	23	27	-
10	65	59	31	21	60	52	25	-	31	22	26	-
11	65	59	30	20	59	51	24	-	30	22	25	-
12	64	59	29	20	59	51	23	-	29	21	24	-
13	64	58	28	-	59	50	22	-	29	21	24	-
14	64	58	27	-	58	49	22	-	28	21	23	-
15	64	57	27	-	58	49	22	-	27	20	23	-
16	64	56	26	-	58	48	21	-	27	20	22	-
18	64	55	25	-	58	47	21	-	27	-	21	-
20	63	53	25	-	57	46	20	-	26	-	21	-
22	63	50	24	-	57	45	-	-	26	-	21	-
24	63	48	24	-	57	44	-	-	25	-	20	-
26	63	45	24	-	57	43	-	-	25	-	-	-
28	63	43	24	-	56	42	-	-	24	-	-	-
30	63	42	24	-	56	41	-	-	24	-	-	-
32	63	41	24	-	56	40	-	-	24	-	-	-

GERDAU	4815H		4817H		4820H		-		-		5046H	
SAE	4815H		4817H		4820H		50B40H		50B44H		5046H	
J 1/16"	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1	45	38	46	39	48	41	60	53	63	56	63	56
2	44	37	46	38	48	40	60	53	63	56	62	55
3	44	34	45	35	47	39	59	52	62	55	60	45
4	42	30	44	32	46	38	59	51	62	55	56	32
5	41	27	42	29	45	34	58	50	61	54	52	28
6	39	24	41	27	43	31	58	48	61	52	46	27
7	37	22	39	25	42	29	57	44	60	48	39	26
8	35	21	37	23	40	27	57	39	60	43	35	25
9	33	20	35	22	39	26	56	34	59	38	34	24
10	31	-	33	21	37	25	55	31	58	34	33	24
11	30	-	32	20	36	24	53	29	57	31	33	23
12	29	-	31	20	35	23	51	28	56	30	32	23
13	28	-	30	-	34	22	49	27	54	29	32	22
14	28	-	29	-	33	22	47	26	52	29	31	22
15	27	-	28	-	32	21	44	25	50	28	31	21
16	27	-	28	-	31	21	41	25	48	27	30	21
18	26	-	27	-	29	20	38	23	44	26	29	20
20	25	-	26	-	28	20	36	21	40	24	28	-
22	24	-	25	-	28	-	35	-	38	23	27	-
24	24	-	25	-	27	-	34	-	37	21	26	-
26	24	-	25	-	27	-	33	-	36	20	25	-
28	23	-	25	-	26	-	32	-	35	-	24	-
30	23	-	24	-	26	-	30	-	34	-	23	-
32	23	-	24	-	25	-	29	-	33	-	23	-

(continua)

(continuação)

GERDAU	-		50B50H		-		5120H		5130H		5132H	
SAE	50B46H		50B50H		50B60H		5120H		5130H		5132H	
J 1/16"	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1	63	56	65	59	-	60	48	40	56	49	57	50
2	62	54	65	59	-	60	46	34	55	46	56	47
3	61	52	64	58	-	60	41	26	53	42	54	43
4	60	50	64	57	-	60	36	23	51	39	52	40
5	59	41	63	56	-	60	33	20	49	35	50	35
6	58	32	63	55	-	59	30	-	47	32	48	32
7	57	31	62	52	-	57	28	-	45	30	45	29
8	56	30	62	47	65	53	27	-	42	28	42	27
9	54	29	61	42	65	47	25	-	40	26	40	25
10	51	28	60	37	64	42	24	-	38	25	38	24
11	47	27	60	35	64	39	23	-	37	23	37	23
12	43	26	59	33	64	37	22	-	36	22	36	22
13	40	26	58	32	63	36	21	-	35	21	35	21
14	38	25	57	31	63	35	21	-	34	20	34	20
15	37	25	56	30	63	34	20	-	34	-	34	-
16	36	24	54	29	62	34	-	-	33	-	33	-
18	35	23	50	28	60	33	-	-	32	-	32	-
20	34	22	47	27	58	31	-	-	31	-	31	-
22	33	21	44	26	55	30	-	-	30	-	30	-
24	32	20	41	25	53	29	-	-	29	-	29	-
26	31	-	39	24	51	28	-	-	27	-	28	-
28	30	-	38	22	49	27	-	-	26	-	27	-
30	29	-	37	21	47	26	-	-	25	-	26	-
32	28	-	36	20	44	25	-	-	24	-	25	-

GERDAU	5135H		5140H		-		5150H		5155H		5160H	
SAE	5135H		5140H		5147H		5150H		5155H		5160H	
J 1/16"	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1	58	51	60	53	64	57	65	59	-	60	-	60
2	57	49	59	52	64	56	65	58	65	59	-	60
3	56	47	58	50	63	55	64	57	64	58	-	60
4	55	43	57	48	62	54	63	56	64	57	65	59
5	54	38	56	43	62	53	62	53	63	55	65	58
6	52	35	54	38	61	52	61	49	63	52	64	56
7	50	32	52	35	61	49	60	42	62	47	64	52
8	47	30	50	33	60	45	59	38	62	41	63	47
9	45	28	48	31	60	40	58	36	61	37	62	42
10	43	27	46	30	59	37	56	34	60	36	61	39
11	41	25	45	29	59	35	55	33	59	35	60	37
12	40	24	43	28	58	34	53	32	57	34	59	36
13	39	23	42	27	58	33	51	31	55	34	58	35
14	38	22	40	27	57	32	50	31	52	33	56	35
15	37	21	39	26	57	32	48	30	51	33	54	34
16	37	21	38	25	56	31	47	30	49	32	52	34
18	36	20	37	24	55	30	45	29	47	31	48	33
20	35	-	36	23	54	29	43	28	45	31	47	32
22	34	-	35	21	53	27	42	27	44	30	46	31
24	33	-	34	20	52	26	41	26	43	29	45	30
26	32	-	34	-	51	25	40	25	42	28	44	29
28	32	-	33	-	50	24	39	24	41	27	43	28
30	31	-	33	-	49	22	39	23	41	26	43	28
32	30	-	32	-	48	21	38	22	40	25	42	27

(continua)

(continuação)

GERDAU	51B60H	-	6150H	-	8617H	8620H
SAE	51B60H	6118H	6150H	81B45H	8617H	8620H
J 1/16"	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1	-	60	46	39	65	59
2	-	60	44	36	65	58
3	-	60	38	28	64	57
4	-	60	33	24	64	56
5	-	60	30	22	63	55
6	-	59	28	20	63	53
7	-	58	27	-	62	50
8	-	57	26	-	61	47
9	-	54	26	-	61	43
10	-	50	25	-	60	41
11	-	44	25	-	59	39
12	65	41	24	-	58	38
13	65	40	24	-	57	37
14	64	39	23	-	55	36
15	64	38	23	-	54	35
16	63	37	22	-	52	35
18	61	36	22	-	50	34
20	59	34	21	-	48	32
22	57	33	21	-	47	31
24	55	31	20	-	46	30
26	53	30	-	-	45	29
28	51	28	-	-	44	27
30	49	27	-	-	43	26
32	47	25	-	-	42	25

GERDAU	8622H	8625H	8627H	8630H	-	-
SAE	8622H	8625H	8627H	8630H	86B30H	86B37H
J 1/16"	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1	50	43	52	45	54	47
2	49	39	51	41	52	43
3	47	34	48	36	50	38
4	44	30	46	32	48	35
5	40	26	43	29	45	32
6	37	24	40	27	43	29
7	34	22	37	25	40	27
8	32	20	35	23	38	26
9	31	-	33	22	36	24
10	30	-	32	21	34	24
11	29	-	31	20	33	23
12	28	-	30	-	32	22
13	27	-	29	-	31	21
14	26	-	28	-	30	21
15	26	-	28	-	30	20
16	25	-	27	-	29	20
18	25	-	27	-	28	-
20	24	-	26	-	28	-
22	24	-	26	-	28	-
24	24	-	26	-	27	-
26	24	-	26	-	27	-
28	24	-	25	-	27	-
30	24	-	25	-	27	-
32	24	-	25	-	27	-

(continua)

(continuação)

GERDAU	8640H		8642H		8645H		-		8650H		-	
SAE	8640H		8642H		8645H		86B45H		8650H		8655H	
J 1/16"	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1	60	53	62	55	63	56	63	56	65	59	-	60
2	60	53	62	54	63	56	63	56	65	58	-	59
3	60	52	62	53	63	55	62	55	65	57	-	59
4	59	51	61	52	63	54	62	54	64	57	-	58
5	59	49	61	50	62	52	62	54	64	56	-	57
6	58	46	60	48	61	50	61	53	63	54	-	56
7	57	42	59	45	61	48	61	52	63	53	-	55
8	55	39	58	42	60	45	60	52	62	50	-	54
9	54	36	57	39	59	41	60	51	61	47	-	52
10	52	34	55	37	58	39	60	51	60	44	65	49
11	50	32	54	34	56	37	59	50	60	41	65	46
12	49	31	52	33	55	35	59	50	59	39	64	43
13	47	30	50	32	54	34	59	49	58	37	64	41
14	45	29	49	31	52	33	59	48	58	36	63	40
15	44	28	48	30	51	32	58	46	57	35	63	39
16	42	28	46	29	49	31	58	45	56	34	62	38
18	41	26	44	28	47	30	58	42	55	33	61	37
20	39	26	42	28	45	29	58	39	53	32	60	35
22	38	25	41	27	43	28	57	37	52	31	59	34
24	38	25	40	27	42	28	57	35	50	31	58	34
26	37	24	40	26	42	27	57	34	49	30	57	33
28	37	24	39	26	41	27	57	32	47	30	56	33
30	37	24	39	26	41	27	56	32	46	29	55	32
32	37	24	39	26	41	27	56	31	45	29	53	32

GERDAU	-		-		-		8622H		9260H		9310H	
SAE	8660H		8720H		8740H		8622H		9260H		9310H	
J 1/16"	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1	-	60	48	41	60	53	50	43	-	60	43	36
2	-	60	47	38	60	53	49	42	-	60	43	35
3	-	60	45	35	60	52	48	39	65	57	43	35
4	-	60	42	30	60	51	46	33	64	53	42	34
5	-	60	38	26	59	49	43	29	63	46	42	32
6	-	59	35	24	58	46	40	27	62	41	42	31
7	-	58	33	22	57	43	37	25	60	38	42	30
8	-	57	31	21	56	40	35	24	58	36	41	29
9	-	55	30	20	55	37	34	24	55	36	40	28
10	-	53	29	-	53	35	33	23	52	35	40	27
11	-	50	28	-	52	34	32	23	49	34	39	27
12	-	47	27	-	50	32	31	22	47	34	38	26
13	-	45	26	-	49	31	31	22	45	33	37	26
14	-	44	26	-	48	31	30	22	43	33	36	26
15	-	43	25	-	46	30	30	21	42	32	36	26
16	65	42	25	-	45	29	29	21	40	32	35	26
18	64	40	24	-	43	28	29	20	38	31	35	26
20	64	39	24	-	42	28	28	-	37	31	35	25
22	63	38	23	-	41	27	27	-	36	30	34	25
24	62	37	23	-	40	27	27	-	36	30	34	25
26	62	36	23	-	39	27	27	-	35	29	34	25
28	61	36	23	-	39	27	27	-	35	29	34	25
30	60	35	22	-	38	26	27	-	35	28	33	24
32	60	35	22	-	38	26	27	-	34	28	33	24

* Distância da extremidade do corpo-de-prova Jominy em 1/16"

2 - TEMPERABILIDADE DOS AÇOS NORMA DIN EN 10083 E 10084 - VALORES DE DUREZA EM HRC

GERDAU	C35E		C40E		C45E		C50E		-		C60E		34Cr4		37Cr4		-	
DIN	C35E		C40E		C45E		C50E		C55E		C60E		34Cr4		37Cr4		38Cr2	
	C35R		C40R		C45R		C50R		C55R		C60R		34CrS4		37CrS4		38CrS2	
"J" (mm)	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1,0	58	48	60	51	62	55	63	56	65	58	67	60	-	-	-	-	-	-
1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	49	59	51	59	51
2,0	57	40	60	46	61	51	62	53	64	55	66	57	-	-	-	-	-	-
3,0	55	33	59	35	61	37	61	44	63	47	65	50	57	48	59	50	57	46
4,0	53	24	57	27	60	30	60	34	62	37	63	39	-	-	-	-	-	-
5,0	49	22	53	25	57	28	58	31	60	33	62	35	56	45	58	48	54	37
6,0	41	20	47	24	51	27	55	30	57	32	59	33	-	-	-	-	-	-
7,0	34	--	39	23	44	26	50	30	52	31	54	32	54	41	57	44	49	29
8,0	31	-	34	22	37	25	43	29	45	30	47	31	-	-	-	-	-	-
9,0	28	-	31	21	34	24	36	28	37	29	39	30	52	35	55	39	43	25
10,0	27	-	30	20	33	23	35	27	36	28	37	29	-	-	-	-	-	-
11,0	26	-	29	-	32	22	34	26	35	27	36	28	49	32	52	36	39	22
13,0	25	-	28	-	31	21	33	25	34	26	35	27	46	29	50	33	37	20
15,0	24	-	27	-	30	20	32	24	33	25	34	26	44	27	48	31	35	-
20,0	23	-	26	-	29	-	31	23	32	24	33	25	39	23	42	26	32	-
25,0	20	-	25	-	28	-	29	20	30	22	31	23	37	21	39	24	30	-
30,0	-	-	24	-	27	-	28	-	29	20	30	21	35	20	37	22	27	-
35,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-	36	20	25	-
40,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	35	-	24	-
45,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	34	-	23	-
50,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	-	33	-	22	-

(continua)

(continuação)

GERDAU	41Cr4		-		25CrMoS4		-		42CrMo4		50CrMo4		30CrNiMo8		34CrNiMo6	
DIN	41Cr4		46Cr2		25CrMo4		34CrMo4		42CrMo4							
	41CrS4		46CrS2		25CrMoS4		34CrMoS4		42CrMoS4		50CrMo4		30CrNiMo8		34CrNiMo6	
"J" (mm)	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	61	53	63	54	52	44	57	49	61	53	65	58	56	48	58	50
2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	61	52	61	49	52	43	57	49	61	53	65	58	56	48	58	50
4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,0	60	50	59	40	51	40	57	48	61	52	64	57	56	48	58	50
6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,0	59	47	57	32	50	37	56	45	60	51	64	55	56	48	58	50
8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,0	58	41	53	28	48	34	55	42	60	49	63	54	55	47	57	49
10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,0	56	37	47	25	46	32	54	39	59	43	63	53	55	47	57	48
13,0	54	34	42	23	43	29	53	36	59	40	63	51	55	47	57	48
15,0	52	32	39	22	41	27	52	34	58	37	62	48	55	46	57	48
20,0	46	29	36	20	37	23	48	30	56	34	61	45	55	46	57	48
25,0	42	26	33	-	35	21	45	28	53	32	60	41	54	45	57	47
30,0	40	23	32	-	33	20	43	27	51	31	58	39	54	45	57	47
35,0	38	21	31	-	32	-	41	26	48	30	57	38	54	44	57	47
40,0	37	-	30	-	31	-	40	25	47	30	55	37	54	44	57	46
45,0	36	-	29	-	31	-	40	24	46	29	54	36	54	43	57	45
50,0	35	-	29	-	31	-	39	24	45	29	54	36	54	43	57	44

(continua)

(continuação)

GERDAU	-		6150H		-		16MnCr5		20MnCr5		20MoCr4		8620H	
DIN	36CrNiMo4		(51CrV4)		(28Mn6)		16MnCr5 16MnCrS5		20MoCr5 20MoCrS5		20MoCr4 20MoCrS4		20NiCrMo2-2 20NiCrMoS2-2	
"J" (mm)	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	59	51	65	57	54	45	47	39	49	41	49	41	49	41
2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	59	50	65	56	53	42	46	36	49	39	47	37	48	37
4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,0	58	49	64	56	51	37	44	31	48	36	44	31	45	31
6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,0	58	49	64	55	48	27	41	28	46	33	41	27	42	25
8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,0	57	48	63	53	44	21	39	24	43	30	38	24	36	22
10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,0	57	47	63	52	41	-	37	21	42	28	35	22	33	20
13,0	57	46	63	50	38	-	35	-	41	26	33	-	31	-
15,0	56	45	62	48	35	-	33	-	39	25	31	-	30	-
20,0	55	43	62	44	31	-	31	-	37	23	28	-	27	-
25,0	54	41	62	41	29	-	30	-	35	21	26	-	25	-
30,0	53	39	61	37	27	-	29	-	34	-	25	-	24	-
35,0	52	38	60	35	26	-	28	-	33	-	24	-	24	-
40,0	51	36	60	34	25	-	27	-	32	-	24	-	23	-
45,0	50	34	59	33	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50,0	49	33	58	32	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-

() Equivalência aproximada

* - Distância da extremidade do corpo-de-prova Jominy em mm.

Capítulo VI

Tabelas Gerais



VI - TABELAS GERAIS

1 - DUREZAS ESPERADAS EM AÇOS CARBONO E LIGADOS NO ESTADO NORMALIZADO EM FUNÇÃO DA BITOLA

SAE	Temperatura de normalização (°C)	Valores de dureza (HB) para diâmetros em mm			
		13(1/2")	25(1")	50(2")	100(4")
Aços Carbono para Cementação					
1015	925	126	121	116	116
1020	925	131	131	126	121
1022	925	143	143	137	131
1117	900	143	137	137	126
Aços Carbono para Beneficiamento					
1030	925	156	149	137	137
1040	900	183	170	167	167
1050	900	223	217	212	201
1060	900	229	229	223	223
1080	900	293	293	285	269
1095	900	302	293	269	255
1137	900	201	197	197	192
1141	900	207	201	201	201
Aços Ligados para Beneficiamento					
4130	870	217	197	167	163
4140	870	302	302	285	241
4150	870	375	321	311	293
4340	870	388	363	341	321
5140	870	235	229	223	217
5150	870	262	255	248	241
5160	855	285	269	262	255
6150	870	285	269	262	255
8630	870	201	187	187	187
8640	870	269	269	262	255
Aços Ligados para Cementação					
4118	910	170	156	143	137
4320	895	248	235	212	201
8620	915	197	183	179	163

OBS.: Valores médios estimados.

Fonte: ASTM Metals Handbook 10ª Ed. Vol. 4

2 - PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS AÇOS NAS CONDIÇÕES DE LAMINADO NORMALIZADO E RECOZIDO

Qualidade	Condição	Temperatura de austenitização (°C)	Resist. à tração (MPa)	Limite de escoamento (MPa)	Alongamento (%)	Redução de área (%)	Dureza (HB)	Impacto (J)
SAE(1)								
1015	Laminado	-	420	315	39,0	61	126	111
	Normalizado	925	425	325	37,0	70	121	115
	Recozido	870	385	285	37,0	70	111	115
1020	Laminado	-	450	330	36,0	59	143	87
	Normalizado	870	440	345	35,8	68	131	118
	Recozido	870	395	295	36,5	66	111	123
1030	Laminado	-	550	345	32,0	57	179	75
	Normalizado	925	525	345	32,0	61	149	94
	Recozido	845	460	345	31,2	58	126	69
1040	Laminado	-	620	415	25,0	50	201	49
	Normalizado	900	595	370	28,0	55	170	65
	Recozido	790	520	350	30,2	57	149	45
1050	Laminado	-	725	415	20,0	40	229	31
	Normalizado	900	750	430	20,0	39	217	27
	Recozido	790	635	365	23,7	40	187	18
1060	Laminado	-	815	485	17,0	34	241	18
	Normalizado	900	775	420	18,0	37	229	14
	Recozido	790	625	370	22,5	38	179	11
1080	Laminado	-	965	585	12,0	17	293	7
	Normalizado	900	1015	525	11,0	21	293	7
	Recozido	790	615	380	24,7	45	174	7
1095	Laminado	-	965	570	9,0	18	293	4
	Normalizado	900	1015	505	9,5	14	293	5
	Recozido	790	655	380	13,0	21	192	3
1117	Laminado	-	490	305	33,0	63	143	81
	Normalizado	900	470	305	33,5	54	137	85
	Recozido	860	430	285	32,8	58	121	94
1137	Laminado	-	625	380	28,0	61	192	83
	Normalizado	900	670	400	22,5	49	197	64
	Recozido	790	585	345	26,8	54	174	50
1141	Laminado	-	675	360	22,0	38	192	11
	Normalizado	900	710	405	22,7	56	201	53
	Recozido	815	600	355	25,5	49	163	34
1144	Laminado	-	700	420	21,0	41	212	52
	Normalizado	900	670	400	21,0	40	197	43
	Recozido	790	585	345	28,8	41	167	65

(continua)

(continuação)

Qualidade	Condição	Temperatura de austenitização (°C)	Resist. à tração (MPa)	Limite de escoamento (MPa)	Alongamento (%)	Redução de área (%)	Dureza (HB)	Impacto (J)
SAE (1)								
4130	Normalizado	870	670	435	25,5	60	197	87
	Recozido	865	560	360	28,2	56	156	62
4140	Normalizado	870	1020	655	17,7	47	302	23
	Recozido	815	655	420	25,7	57	197	54
4150	Normalizado	870	1160	740	11,7	31	321	12
	Recozido	815	730	380	20,2	40	197	24
4320	Normalizado	895	795	460	20,8	51	235	73
	Recozido	850	580	430	29,0	58	163	110
4340	Normalizado	870	1280	860	12,2	36	363	16
	Recozido	810	745	475	22,0	50	217	52
4820	Normalizado	860	760	485	24,0	59	229	110
	Recozido	815	685	460	22,3	59	197	94
5140	Normalizado	870	795	475	22,7	59	229	38
	Recozido	830	570	295	28,6	57	167	41
5160	Normalizado	860	960	530	17,5	45	269	11
	Recozido	815	725	275	17,2	31	197	10
6150	Normalizado	870	940	615	21,8	61	269	35
	Recozido	815	665	415	23,0	48	197	27
8620	Normalizado	915	635	360	26,3	60	183	100
	Recozido	870	540	385	31,3	62	149	115

Fonte: ASTM Metals Handbook 10ª Ed. Vol. 4

OBS.: Todas as qualidades são com refino de grão à excessão daquelas que são exigidas com granulação grosseira. Os corpos de prova para tratamento térmico são temperados em óleo, salvo que outro meio seja indicado. Valores estimados, podendo variar em função da bitola.

3 - INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE REVENIMENTO NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS AÇOS CARBONO E LIGADOS PARA CORPO DE PROVA DE 25,4 mm DE DIÂMETRO

SAE	Temperatura de revenimento (°C)	Resistência à tração (MPa)	Escoamento (MPa)	Alongamento (%)	Redução de área (%)	Dureza (HB)
1030(2)	205	848	648	17	47	495
	315	800	621	19	53	401
	425	731	579	23	60	302
	540	669	517	28	65	255
	650	586	441	32	70	207
1040(2)	205	896	662	16	45	514
	315	889	648	18	52	444
	425	841	634	21	57	352
	540	779	593	23	61	269
	650	634	496	28	68	201
1040(2)	205	779	593	19	48	262
	315	779	593	20	53	255
	425	758	552	21	54	241
	540	717	490	26	57	212
	650	634	434	29	65	192
1050(2)	205	1124	807	9	27	514
	315	1089	793	13	36	444
	425	1000	758	19	48	375
	540	862	655	23	58	293
	650	717	538	23	65	235
1050(2)	205	-	-	-	-	-
	315	979	724	14	47	321
	425	938	655	20	50	277
	540	876	579	23	53	262
	650	738	469	29	60	223
1060(2)	205	1103	779	13	40	321
	315	1103	779	13	40	321
	425	1076	765	14	41	311
	540	965	669	17	45	277
	650	800	524	23	54	229
1080(2)	205	1310	979	12	35	388
	315	1303	979	12	35	388
	425	1289	951	13	36	375
	540	1131	807	16	40	321
1084(2)	650	889	600	21	50	255
1095(2)	205	1489	1048	10	31	601
	315	1462	1034	11	33	534
	425	1372	954	13	35	388
	540	1138	758	15	40	293
	650	841	586	20	47	235

(continua)

(continuação)

SAE	Temperatura de revenimento (°C)	Resistência à tração (MPa)	Escoamento (MPa)	Alongamento (%)	Redução de área (%)	Dureza (HB)
1137	205	1082	938	5	22	352
	315	986	841	10	33	285
	425	876	731	15	48	262
	540	758	607	24	62	229
	650	655	483	28	69	197
1141	205	1634	1213	6	17	461
	315	1462	1282	9	32	415
	425	1165	1034	12	47	331
	540	896	765	18	57	262
	650	710	593	23	62	217
4140	205	1772	1641	8	38	510
	315	1551	1434	9	43	445
	425	1248	1138	13	49	370
	540	951	834	18	58	285
	650	758	655	22	63	230
4150	205	1921	1724	10	39	530
	315	1765	1593	10	40	495
	425	1517	1379	12	45	440
	540	1207	1103	15	52	370
	650	958	841	19	60	290
4340	205	1875	1675	10	38	520
	315	1724	1586	10	40	486
	425	1469	1365	10	44	430
	540	1172	1076	13	51	360
	650	965	855	19	60	280
5140	205	1793	1641	9	38	490
	315	1579	1448	10	43	450
	425	1310	1172	13	50	365
	540	1000	862	17	58	280
	650	758	662	25	66	235

(continua)

(continuação)

SAE	Temperatura de revenimento (°C)	Resistência à tração (MPa)	Escoamento (MPa)	Alongamento (%)	Redução de área (%)	Dureza (HB)
5160	205	2220	1793	4	10	627
	315	1999	1772	9	30	555
	425	1606	1462	10	37	461
	540	1165	1041	12	47	341
	650	896	800	20	56	269
6150	205	1931	1689	8	38	538
	315	1724	1572	8	39	483
	425	1434	1331	10	43	420
	540	1158	1069	13	50	345
	650	945	841	17	58	282
8630	205	1641	1503	9	38	465
	315	1482	1392	10	42	430
	425	1276	1172	13	47	375
	540	1034	896	17	54	310
	650	772	689	23	63	240
8640	205	1862	1669	10	40	505
	315	1655	1517	10	41	460
	425	1379	1296	12	45	400
	540	1103	1034	16	54	340
	650	896	800	20	62	280

OBS.: 1) Todas as qualidades são com refino de grão à exceção daquelas que são exigidas com granulação grosseira. Os corpos de prova para tratamento térmico são temperados em óleo salvo que outro meio seja indicado.

2) Têmpera em água.

4 - EFEITO DOS ELEMENTOS DE LIGAS NAS PROPRIEDADES DOS AÇOS

ELEMENTOS DE LIGA	PROPRIEDADES MECÂNICAS								PROP. MAGNÉTICAS													
	DUREZA	RESIST. À TRAÇÃO	LIMITE DE ESCOAMENTO	ALONGAMENTO	ESTRIFICAÇÃO	RESIST. AO IMPACTO	ELASTICIDADE	RES. MEC. A QUENTE	TEMPERABILIDADE	SOLDABILIDADE	FORMAÇÃO DE CARBONETOS	RESIS. AO DESGASTE	FORJABILIDADE	USINABILIDADE	OXIDAÇÃO SUPERFICIAL	NITRETIABILIDADE	RESISTÊNCIA À CORROSÃO	HISTERESE	PERMEABILIDADE	COERCITIVIDADE	MAGNETISMO REMANESCENTE	PERDA NO FERRO (WATT)
Manganês em Aços Perlíticos	↑	↑	↑↑	↓	~	~	↑↑↑	↑	↑	↑	~	↓	↓	↓	~	~	-	↑↑	↑	↑	-	↑↓
Silício	↑	↑	↑	~	~	~	↑↑↑	~	↑	↑	~	↓	↓	↓	~	~	-	↑↑	↑	↑	-	↑↓
Manganês em Aços Austeníticos	↓↓↓	↑	↓	↑↑↑	~	-	-	-	↑↑	↑	-	-	↓	↓	↓	-	-	NÃO MAGNÉTICO				
Cromo	↑↑	↑↑	↑↑	↓	↓	↓	↑	↑	↑↑↑	↓	↑	↑	↓	-	↓	↑↑	↑↑	-	-	↑	↑↑	-
Níquel em Aços Perlíticos	↑	↑	↑	~	~	~	-	↑	↑↑	↓	-	↓	↓	↓	↓	-	-	-	-	↑↑	↑↑	-
Níquel em Aços Austeníticos	↓↓	↑	↓	↑↑↑	↑↑	↑↑↑	-	↑↑↑	↑↑	↓	-	-	↓	↓	↓	-	↑↑	NÃO MAGNÉTICO				
Alumínio	-	-	-	-	↓	↓	-	-	↑	↓	-	↓	↓	↓	↓	↑↑↑	-	-	-	↑↑	↑↑	-
Tungstênio	↑	↑	↑	↓	~	~	-	↑↑	↑↑	↓	↑↑	↑↑	↑↑	↓	↓	↑	-	-	-	↑↑↑	↑↑↑	-
Vanádio	↑	↑	↑	~	~	↑	↑	↑↑	↑↑	↓	↑↑↑	↑↑	↑	-	↓	↑	↑	-	-	-	-	-
Cobalto	↑	↑	↑	↓	↓	↓	-	↑↑	↑↑	-	-	↑↑↑	↓	~	↓	-	-	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	-
Molibdênio	↑	↑	↑	↓	↓	↑	-	↑↑	↑↑	↓	↑↑	↑↑	↑	↑	↑↑	↑↑	-	-	↑	-	-	-
Cobre	↑	↑	↑↑	~	~	~	-	↑	-	↓	-	-	↓	↓	~	-	↑	-	-	-	-	-
Enxofre	-	-	-	↓	↓	↓	-	-	-	↓	-	-	↓	↓	↓	↑↑	↓	-	-	-	-	-
Fósforo	↑	↑	↑	↓	↓	↓	-	-	-	↓	-	-	↓	↓	↑↑	↑↑	-	-	-	-	-	-

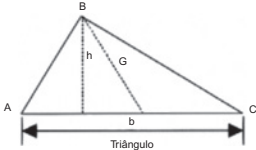
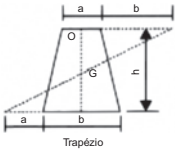
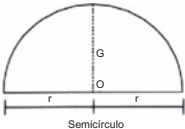
Aumenta (↑) Diminui (↓) Constante (~) Não Característico ou Desconhecido (-) Diversas Flechas = Efeito + Pronunciado

5 - SISTEMA DE CODIFICAÇÃO SAE

Designação SAE	Tipo de aço
10XX	Aços-carbono comuns
11XX	Aços de usinagem (ou corte) fácil, com alto S
13XX	Aço-manganês com 1,75% de Mn
15XX	Aço-manganês com 1,00% de Mn
23XX	Aço-níquel com 3,50% de Ni
25XX	Aço-níquel com 5,00% de Ni
31XX	Aço-níquel-cromo com 1,25% de Ni e 0,65% de Cr
33XX	Aço-níquel-cromo com 3,50% de Ni e 1,55% de Cr
40XX	Aços-molibdênio com 0,25% de Mo
41XX	Aços-cromo-molibdênio com 0,50% ou 0,90% de Cr e 0,12% ou 0,20% de Mo
43XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 1,80% de Ni, 0,50% ou 0,80% de Cr e 0,25% de Mo
46XX	Aços-níquel-molibdênio com 1,55% ou 1,80% de Ni e 0,20% ou 0,25% de Mo
47XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 1,05% de Ni, 0,45% de Cr e 0,20% de Mo
48XX	Aços-níquel-molibdênio com 3,50% de Ni e 0,25% de Mo
50XX	Aços-cromo com 0,28% ou 0,65% de Cr
50BXX	Aços-cromo-boro com baixo teor de Cr e no mínimo 0,0005% de B
51XX	Aços-cromo com 0,80% a 1,05% de Cr
52XX	Aços-rolamento
61XX	Aços-cromo-vanádio com 0,80% ou 0,95% de Cr e 0,10% ou 0,15% de V
86XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com baixos teores de Ni, Cr e Mo
87XX	Idem
92XX	Aços-silício-manganês com 0,85% Mn e 2,00% de Si
93XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 3,25% de Ni, 1,20% de Cr e 0,12% de Mo
94BXX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com baixos teores de Ni, Cr, Mo e, no mínimo, 0,0005% de B
98XX	Aços-níquel-cromo-molibdênio com 1,00% de Ni, 0,80% de Cr e 0,25% de Mo

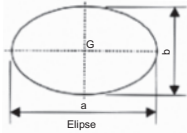
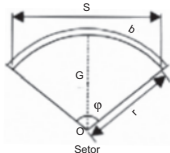
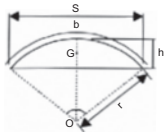
6 - ÁREAS, VOLUMES E SUPERFÍCIES

Áreas das Figuras Planas e Sólidos

	Área = S	Posição do Centro de Gravidade G
 <p>Triângulo</p>	$S = \frac{b \cdot h}{2}$	$AO = OC$ $GO = \frac{1}{3} BO$ (Centro de gravidade = ponto de intersecção das mediana)
 <p>Trapézio</p>	$S = \frac{a+b}{2} \cdot h$	$GO = \frac{1}{3} h \frac{2b+a}{a+b}$
 <p>Semicírculo</p>	$S = \frac{\pi \cdot r^2}{2}$	$GO = \frac{4r}{3 \cdot \pi} = 0,43 \cdot r$

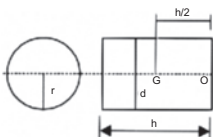

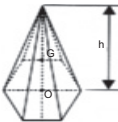
Áreas das Figuras Planas

(continuação)

	Área = S	Posição do Centro de Gravidade G
 <p>Elipse</p>	$S = \frac{a.b.\pi}{4}$	Ponto de Intersecção dos Eixos
 <p>Setor</p>	$S = \frac{b.r}{2} = \frac{\phi}{360} \cdot \pi \cdot r^2$	$GO = \frac{2}{3} \cdot \frac{r.S}{b}$
 <p>Segmento</p>	$S = \frac{r(b-s)+s.h}{2}$	$GO = \frac{S^3}{12.S}$ (S=Valor da Área)

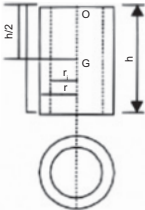
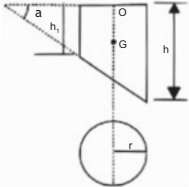
(continua)

Superfície e Volume dos Sólidos

	Área de superfície curva M superfície S	Posição do Centro de Gravidade G	Volume V
 <p>Cilindro</p>	$M = 2.\pi.r.h = \pi.d.h$	$GO = \frac{h}{2}$	$V = \pi.r^2.h = \frac{d^2.\pi}{4} \cdot h$
 <p>Prisma</p>	$S = \text{perímetro} \times \text{altura} + \text{duplo da base}$	<p>Ponto de intersecção das diagonais</p>	$V = \text{Comprimento} \times \text{largura} \times \text{altura}$
 <p>Pirâmide</p>	$S = \text{soma área dos triângulos adjacentes} + \text{base}$	$GO = \frac{1}{4} \cdot h$	$V = \frac{h}{3} \cdot \text{área base}$

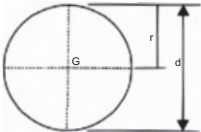
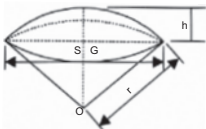
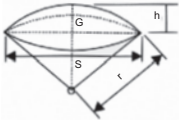
(continua)

(continuação)

	Área de superfície curva M superfície S	Posição do Centro de Gravidade G	Volume V
 <p>Cilindro oco</p>	$M = \text{Superfície curva interna} + \text{externa}$	$GO = \frac{h}{2}$	$V = \pi \cdot h \cdot (r_2^2 - r_1^2)$
 <p>Cilindro reto com seção oblíqua</p>	$M = \pi \cdot r \cdot (h + h_1)$	$GO = \frac{h + h_1}{4} + \frac{1}{4} \cdot \frac{r^2 \cdot \tan^2 a}{h + h_1}$	$V = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{(h + h_1)}{2}$

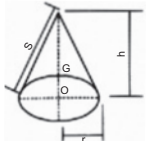
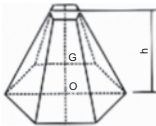
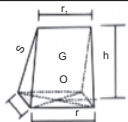
(continua)

(continuação)

	Área de superfície curva M superfície S	Posição do Centro de Gravidade G	Volume V
 <p>Esfera</p>	$S = 4 \cdot \pi \cdot r^2 = \pi \cdot d^2$	No centro	$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{\pi \cdot d^3}{6}$
 <p>Setor da Esfera</p>	$S = \frac{\pi \cdot s}{2} \cdot (4h + s)$	$GO = \frac{3}{4} \cdot \left(r - \frac{h}{2} \right)$	$V = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$
 <p>Segmento da Esfera</p>	$M = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h = \frac{\pi}{4} \cdot (S^2 + 4h^2)$	$GO = \frac{3}{4} \cdot \frac{(2r-h)^2}{3r-h}$	$V = \pi \cdot h^2 \cdot \left(r - \frac{h}{3} \right) = h \cdot \pi \cdot \left(\frac{S^2}{8} + \frac{h^2}{6} \right)$

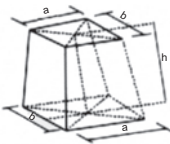
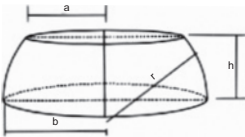
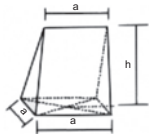
(continua)

(continuação)

	Área de superfície curva M superfície S	Posição do Centro de Gravidade G	Volume V
 <p>Cone</p>	$M = \pi \cdot r \cdot s = \pi \cdot r \cdot \sqrt{r^2 + h^2}$	$GO = \frac{1}{4} \cdot h$	$V = \frac{h}{3} \cdot r^2 \cdot \pi$
 <p>Pirâmide truncada</p>	$S = \text{Soma dos trapézios adjacentes} + \text{bases}$	$GO = \frac{h}{4} \cdot \frac{F + 2\sqrt{F \cdot f} + f}{F + \sqrt{F \cdot f} + f}$	$V = \frac{h}{3} \cdot (F + f + \sqrt{F \cdot f})$ <p>f = Área base superior F = Área base inferior</p>
 <p>Cone truncado</p>	$M = \pi \cdot s \cdot (r + r_1)$	$GO = \frac{h}{4} \cdot \frac{r^2 + 2r \cdot r_1 + 3r_1^2}{r^2 + r \cdot r_1 + r_1^2}$	$V = \frac{h}{3} \cdot (r^2 + r_1^2 + r \cdot r_1) \cdot \pi$

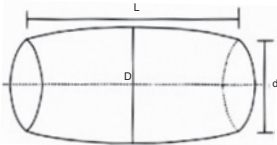
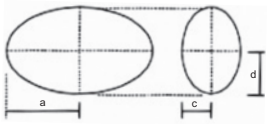
(continua)

(continuação)

	Área de superfície curva M superfície S	Volume V
 <p>Obelisco</p>	$S = \text{Soma dos 4 trapézios} + \text{duas bases}$	$V = \frac{h}{6} \cdot [(2a+a_1) \cdot b + (2a_1+a) \cdot b] =$ $= \frac{h}{6} \cdot [(a+b+a_1+b_1) + (a+a_1) \cdot (b+b_1)]$
 <p>Zona da Esfera</p>	$M = 2\pi rh$	$V = \frac{\pi h}{6} \cdot (3a^2 + 3b^2 + h^2)$
 <p>Cunha</p>	$M = \text{Soma dos 2 trapézios} + \text{dos 2 triângulos laterais}$	$V = (2a+a_1) \cdot \frac{b \cdot h}{6}$

(continua)

(continuação)

	Área de superfície curva M superfície S	Volume V
 <p>Barril</p>	<p>Não é exprimível por fórmula simples</p>	$V = \frac{\pi \cdot L}{15} \cdot (2D^2 + D \cdot d^2 + 0,75d^2)$
 <p>Elipsóide</p>	<p>Não é exprimível por fórmula simples</p>	$V = \frac{4}{3} \cdot a \cdot c \cdot \pi$

7 - EQUIVALÊNCIA DE BITOLAS DE CHAPAS E ARAMES (mm)

Nº	B.W.G	U.S.S.G (chapas)	B. & S.	P.G.	I.S.W.G. I.W.G.
4/0	11,532	10,32	11,68	-	10,16
3/0	10,800	9,52	10,40	-	9,45
2/0	9,652	8,73	9,266	-	8,84
0	8,636	7,94	8,252	-	8,23
1	7,620	7,14	7,348	0,6	7,62
2	7,214	6,75	6,543	0,7	7,01
3	6,579	6,35	5,827	0,8	6,40
4	6,045	5,95	5,189	0,9	5,89
5	5,588	5,56	4,620	1,0	5,38
6	5,156	5,16	4,115	1,1	4,88
7	4,572	4,76	3,665	1,2	4,47
8	4,191	4,36	3,264	1,3	4,06
9	3,759	3,97	2,906	1,4	3,66
10	3,404	3,57	2,588	1,5	3,25
11	3,048	3,18	2,304	1,6	2,95
12	2,769	2,78	2,052	1,8	2,64
13	2,413	2,38	1,829	2,0	2,34
14	2,108	1,98	1,628	2,2	2,03
15	1,829	1,79	1,450	2,4	1,83
16	1,651	1,59	1,290	2,7	1,63
17	1,473	1,43	1,151	3,0	1,42
18	1,245	1,27	1,024	3,4	1,22
19	1,067	1,11	0,9119	3,9	1,02
20	0,8886	0,95	0,8128	4,4	0,914
21	0,8128	0,87	0,7239	4a,9	0,812
22	0,7109	0,79	0,6426	5,4	0,711
23	0,6347	0,71	0,5740	5,9	0,609
24	0,5585	0,63	0,5105	6,4	0,559
25	0,5078	0,555	0,4547	7,0	0,508
26	0,4570	0,476	0,4039	7,6	0,457
27	0,4062	0,437	0,3607	8,2	0,417
28	0,3555	0,397	0,3200	8,8	0,376
29	0,3300	0,357	0,2870	9,0	0,345
30	0,3046	0,318	0,2540	10,0	0,315
31	0,2539	0,278	0,2268	-	0,295
32	0,2286	0,258	0,2019	-	0,274
33	0,2031	0,238	0,1798	-	0,254
34	0,1777	0,218	0,1600	-	0,234
B.W.G. - Birmingham Wire Gauge U.S.S.G - U.S.A. Standard Gauge B. & S. - Brown & Sharp			P.G. - Paris Gauge I.W.G. - Imperial Wire Gauge I.S.W.G. - Imperial Standard Wire Gauge		

8 - CONVERSÃO DE POLEGADAS E FRAÇÕES

polegada	mm	polegada	mm	polegada	mm	polegada	mm
1/32	0,79	1.5/16	33,34	3.3/8	85,73	13	330,20
1/16	1,58	1.11/32	34,13	3.1/2	88,90	13.1/4	336,55
3/32	2,38	1.3/8	34,92	3.5/8	92,08	13.1/2	342,90
1/8	3,18	1.13/32	35,72	3.3/4	95,25	13.3/4	349,25
5/32	3,97	1.7/16	36,51	3.7/8	98,43	14	355,60
3/16	4,76	1.15/32	37,30	4	101,60	14.1/4	361,95
7/32	5,56	1.1/2	38,10	4.1/4	107,95	14.1/2	368,30
1/4	6,35	1.17/32	38,89	4.1/2	114,30	14.3/4	374,65
9/32	7,14	1.9/16	39,69	4.3/4	120,65	15	381,00
5/16	7,94	1.19/32	40,48	5	127,00	15.1/4	387,35
11/32	8,73	1.5/8	41,27	5.1/4	133,35	15.1/2	398,70
3/8	9,53	1.21/32	42,07	5.1/2	139,70	15.3/4	400,05
13/32	10,32	1.11/16	42,86	5.3/4	146,05	16	406,40
7/16	11,11	1.23/32	43,65	6	152,40	16.1/4	412,75
15/32	11,91	1.3/4	44,45	6.1/4	156,75	16.1/2	419,10
1/2	12,70	1.25/32	45,24	6.1/2	165,10	16.3/4	425,45
17/32	13,49	1.13/16	46,04	6.3/4	171,45	17	431,80
9/16	14,29	1.27/32	46,83	7	177,80	17.1/4	438,15
19/32	15,08	1.7/8	47,62	7.1/4	184,15	17.1/2	444,50
5/8	15,87	1.29/32	48,42	7.1/2	190,50	17.3/4	450,85
21/32	16,67	1.15/16	49,21	7.3/4	196,85	18	457,20
11/16	17,46	1.31/32	50,00	8	203,20	18.1/4	463,65
23/32	18,26	2	50,80	8.1/4	209,55	18.1/2	469,90
3/4	19,05	2.1/16	52,39	8.1/2	215,90	18.3/4	476,25
25/32	19,84	2.1/8	53,97	8.3/4	222,25	19	482,60
13/16	20,64	2.3/16	55,56	9	228,60	19.1/4	488,95
27/32	21,43	2.1/4	57,15	9.1/4	234,95	19.1/2	495,30
7/8	22,22	2.5/16	58,74	9.1/2	241,30	19.3/4	501,65
29/32	23,02	2.3/8	60,32	9.3/4	247,65	20	508,00
15/16	23,81	2.7/16	61,91	10	254,00	20.1/4	514,35
31/32	24,61	2.1/2	63,50	10.1/4	260,35	20.1/2	520,70
1	25,40	2.9/16	65,09	10.1/2	266,70	20.3/4	527,05
1.1/32	26,19	2.5/8	66,67	10.3/4	273,05	21	533,40
1.1/16	26,99	2.11/16	68,26	11	279,40	21.1/4	539,75
1.3/32	27,78	2.3/4	69,85	11.1/4	285,75	21.1/2	546,10
1.1/8	28,57	2.13/16	71,44	11.1/2	292,70	21.3/4	552,45
1.5/32	29,37	2.7/8	73,02	11.3/4	298,45	22	558,70
1.3/16	30,16	2.15/16	74,61	12	304,80	22.1/4	565,15
1.7/32	30,95	3	76,20	12.1/4	311,15	22.1/2	571,50
1.1/4	31,75	3.1/8	79,38	12.1/2	317,50	22.3/4	577,85
1.9/32	32,54	3.1/4	82,55	12.3/4	323,85	23	584,20

1 Polegada = 25,40 mm

1 Pé = 12 Polegadas = 304,80 mm

9 - CONVERSÃO DE DUREZA - RESISTÊNCIA À TRAÇÃO CONFORME ASTM PARA AÇOS NÃO AUSTENÍTICOS

Dureza						Resistência à tração kgf/mm ²		
Rockwell C HRC Carga: 150 Kg Cone Diamante	Rockwell A HRA Carga 60 Kg Cone Diamante	Brinell Carga de 3000 Kg Esfera de 10 mm		Shore	Vickers	Aço Carbono HBx 0,36	Aço Cr Aço Mn Aço Cr Mn HBx 0,35	Aço Ni Aço Cr Ni Aço Cr Mo HBx 0,34
		Impressão (mm)	HB					
68	85,6	-	-	97	940	-	-	-
67	85,0	-	-	95	900	-	-	-
66	84,5	-	757	92	865	272,4	264,9	257,3
65	83,9	2,26	739	91	832	266,0	258,6	251,2
64	83,4	2,28	722	88	800	259,9	252,7	245,4
63	82,8	2,31	706	87	772	254,1	247,1	240,0
62	82,3	2,34	688	85	746	247,6	240,8	233,9
61	81,8	2,37	670	83	720	241,2	234,5	227,8
60	81,2	2,40	654	81	697	235,4	228,9	222,3
59	80,7	2,44	634	80	674	228,2	221,9	215,5
58	80,1	2,47	615	78	653	221,4	215,2	209,1
57	79,6	2,51	595	76	633	214,2	208,2	202,3
56	79,0	2,55	577	75	613	207,7	201,9	196,1
55	78,5	2,59	560	74	595	201,6	196,0	190,4
54	78,0	2,63	543	72	577	195,4	190,0	184,6
53	77,4	2,67	525	71	560	189,0	183,7	178,5
52	76,8	2,70	512	69	544	184,3	179,2	174,0
51	76,3	2,75	496	68	528	178,5	173,6	168,6
50	75,9	2,79	482	67	513	173,5	168,7	163,8
49	75,2	2,83	468	66	498	168,4	163,8	159,1
48	74,7	2,87	455	64	484	163,8	159,2	154,7
47	74,1	2,91	442	63	471	159,1	154,7	150,2
46	73,6	2,94	432	62	458	155,5	151,2	146,8
45	73,1	2,98	421	60	446	151,5	147,3	143,1
44	72,5	3,02	409	58	434	147,2	143,1	139,0
43	72,0	3,05	400	57	423	144,0	140,0	136,0
42	71,5	3,09	390	56	412	140,4	136,5	132,0
41	70,9	3,13	381	55	402	137,1	133,3	129,5
40	70,4	3,17	371	54	392	133,5	129,8	126,1
39	69,9	3,21	362	52	382	130,3	126,7	123,0
38	69,4	3,24	353	51	372	127,0	123,5	120,0
37	68,9	3,28	344	50	363	123,8	120,4	116,9
36	68,4	3,32	336	49	354	120,9	117,6	114,2
35	67,9	3,36	327	48	345	117,7	114,4	111,1
34	67,4	3,41	319	47	336	114,8	111,6	108,4
33	66,8	3,45	311	46	327	111,9	108,8	105,7
32	66,3	3,50	301	44	318	108,3	105,3	102,3
31	65,8	3,54	294	43	310	105,8	102,9	99,9
30	65,3	3,59	286	42	302	102,9	101,1	97,2
29	64,6	3,64	279	41	294	100,4	97,6	94,8
28	64,3	3,69	271	41	286	97,5	97,5	92,1
27	63,8	3,73	264	40	279	95,0	92,4	89,7
26	63,3	3,77	258	39	272	92,8	90,3	87,7
25	62,8	3,81	253	38	266	91,0	88,5	86,0
24	62,4	3,86	247	37	260	88,9	86,4	83,9
23	62,0	3,89	243	36	254	87,4	85,0	82,6
22	61,5	3,93	237	35	248	85,3	82,9	80,5
21	61,0	3,98	231	35	243	83,1	80,8	78,5
20	60,5	4,02	226	34	238	81,3	79,1	76,8

Valores aproximados

(continua)

(continuação)

Dureza						Resistência à tração kgf/mm ²		
Rockwell B HRB Esfera 1/16" Carga: 100 Kg	Rockwell A HRA Carga 60 Kg Cone Dia- mante	Brinell Carga de 3000 Kg Esfera de 10 mm		Shore	Vickers	Aço Carbono HBx 0,36	Aço Cr Aço Mn HBx 0,35	Aço Ni Aço Cr Mo HBx 0,34
		Impressão (mm)	HB					
100	61,5	3,91	240	35	240	86,4	84,0	81,6
99	60,9	3,96	234	34	234	84,2	81,9	79,6
98	60,2	4,01	228	33	228	82,1	79,8	77,5
97	59,5	4,06	222	32	222	79,9	77,7	75,5
96	58,8	4,11	216	31	216	77,8	75,6	73,4
95	58,3	4,17	210	30	210	75,6	73,5	71,4
94	57,6	4,21	205	30	205	73,8	71,8	69,7
93	57,0	4,26	200	29	200	72,0	70,0	68,0
92	56,4	4,32	195	28	195	70,2	68,3	66,3
91	55,8	4,37	190	28	190	68,4	66,5	64,6
90	55,2	4,43	185	27	185	66,6	64,8	62,9
89	54,6	4,48	180	27	180	64,8	63,0	61,2
88	54,0	4,53	176	26	176	63,4	61,6	59,8
87	53,4	4,58	172	26	172	61,0	60,2	58,5
86	52,8	4,62	169	25	169	60,8	59,2	57,5
85	52,3	4,67	165	25	165	59,4	57,7	56,1
84	51,7	4,71	162	24	162	58,3	56,7	55,1
83	51,1	4,75	159	24	159	57,2	55,7	54,1
82	50,6	4,79	156	23	156	56,2	54,6	53,0
81	50,0	4,84	153	23	153	55,1	53,6	52,0
80	49,5	4,88	150	22	150	54,0	52,5	51,0
79	48,9	4,93	147	22	147	52,9	51,5	50,0
78	48,4	4,98	144	21	144	51,8	50,4	49,0
77	47,9	5,02	141	21	141	50,8	49,4	47,9
76	47,3	5,06	139	21	139	50,0	48,1	47,3
75	46,8	5,10	137	20	137	49,3	48,0	46,6
74	46,3	5,13	135	20	135	48,6	47,3	45,9
73	45,8	5,18	132	20	132	47,5	46,2	44,9
72	45,3	5,22	130	-	130	46,0	45,5	44,2
71	44,8	5,27	127	-	127	45,7	44,5	43,2
70	44,3	5,32	125	-	125	45,0	43,8	42,5
69	43,8	5,36	123	-	123	44,3	43,1	41,8
68	43,3	5,40	121	-	121	43,6	42,4	41,1
67	42,8	5,44	119	-	119	42,8	41,7	40,5
66	42,3	5,48	117	-	117	42,1	41,0	39,8
65	41,8	5,51	116	-	116	41,8	40,6	39,4
64	41,4	5,54	114	-	114	41,0	39,9	38,8
63	40,9	5,58	112	-	112	10,3	39,3	38,1
62	40,4	5,63	110	-	110	39,6	38,5	37,4
61	40,0	5,68	108	-	108	38,9	37,8	36,7
60	39,5	5,70	107	-	107	38,5	37,5	36,4
59	39,0	5,73	106	-	106	38,2	37,1	36,0
58	38,6	5,77	104	-	104	37,4	36,4	35,4
57	38,1	5,81	103	-	103	37,1	36,1	35,0
56	37,7	5,85	101	-	101	36,4	35,4	34,3
55	37,2	5,87	100	-	100	36,0	35,0	34,0
54	36,8	5,92	98	-	98	35,3	-	-
53	36,3	5,97	97	-	97	34,9	-	-

Valores aproximados

10 - CONVERSÃO DE TEMPERATURAS - °C / °F

- 459,4 a 0			0 a 100						100 a 1000					
°C		°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F
- 273	- 459,4		- 17,8	0	32,0	10,0	50	122,0	38	100	212	260	500	932
- 268	- 450		- 17,2	1	33,8	10,6	51	123,8	43	110	230	266	510	950
- 262	- 440		- 16,7	2	35,6	11,1	52	125,6	49	120	248	271	520	968
- 257	- 430		- 16,1	3	37,4	11,7	53	127,4	54	130	266	277	530	986
- 251	- 420		- 15,6	4	39,2	12,2	54	129,2	60	140	284	282	540	1004
- 246	- 410		- 15,0	5	41,0	12,8	55	131,0	66	150	302	288	550	1022
- 240	- 400		- 14,4	6	42,8	13,3	56	132,8	71	160	320	293	560	1040
- 234	- 390		- 13,9	7	44,6	13,9	57	134,6	77	170	338	299	570	1058
- 229	- 380		- 13,3	8	46,4	14,4	58	136,4	82	180	356	304	580	1076
- 223	- 370		- 12,8	9	48,2	15,0	59	138,2	88	190	374	310	590	1094
- 218	- 360		- 12,2	10	50,0	15,6	60	140,0	93	200	392	316	600	1112
- 212	- 350		- 11,7	11	51,8	16,1	61	141,8	99	210	410	321	610	1130
- 207	- 340		- 11,1	12	53,6	16,7	62	143,4	100	212	413,6	327	620	1148
- 201	- 330		- 10,6	13	55,4	17,2	63	145,4	104	220	428	332	630	1166
- 196	- 320		- 10,0	14	57,2	17,8	64	147,2	110	230	446	338	640	1184
- 190	- 310		- 9,4	15	59,0	18,3	65	149,0	116	240	464	343	650	1202
- 184	- 300		- 8,9	16	60,8	18,9	66	150,8	121	250	482	349	660	1220
- 179	- 290		- 8,3	17	62,6	19,4	67	152,6	127	260	500	354	670	1238
- 173	- 280		- 7,8	18	64,4	20,0	68	154,4	132	270	518	360	680	1256
- 169	- 273	- 459,4	- 7,2	19	66,2	20,6	69	156,2	138	280	536	366	690	1274
- 168	- 270	- 454	- 6,7	20	68,0	21,1	70	158,0	143	290	554	371	700	1292
- 162	- 260	- 436	- 6,1	21	69,8	21,7	71	159,8	149	300	572	377	710	1310
- 157	- 250	- 418	- 5,6	22	71,6	22,2	72	161,6	154	310	590	382	720	1328
- 151	- 240	- 400	- 5,0	23	73,4	22,8	73	163,4	160	320	608	388	730	1346
- 146	- 230	- 382	- 4,4	24	75,2	23,3	74	165,2	166	330	626	393	740	1364
- 140	- 220	- 364	- 3,9	25	77,0	23,9	75	167,0	171	340	644	399	750	1382
- 134	- 210	- 346	- 3,3	26	78,8	24,4	76	168,8	177	350	662	404	760	1400
- 129	- 200	- 328	- 2,8	27	80,6	25,0	77	170,6	182	360	680	410	770	1418
- 123	- 190	- 310	- 2,2	28	82,4	25,6	78	172,4	188	370	698	416	780	1436
- 118	- 180	- 292	- 1,7	29	84,2	26,1	79	174,2	193	380	716	421	790	1454
- 112	- 170	- 274	- 1,1	30	86,0	26,7	80	176,0	199	390	737	427	800	1472
- 107	- 160	- 256	- 0,6	31	87,8	27,2	81	177,8	204	400	752	432	810	1490
- 101	- 150	- 238	0	32	89,6	27,8	82	179,6	210	410	770	438	820	1508
- 96	- 140	- 220	0,6	33	91,4	28,3	83	181,4	216	420	788	443	830	1526
- 90	- 130	- 202	1,1	34	93,2	28,9	84	183,2	221	430	806	449	840	1544
- 84	- 120	- 184	1,7	35	95,0	29,4	85	185,0	227	440	824	454	850	1562
- 79	- 110	- 166	2,2	36	96,8	30,0	86	186,8	232	450	842	460	860	1580
- 73	- 100	- 148	2,8	37	98,6	30,6	87	188,6	238	460	860	466	870	1598
- 68	- 90	- 130	3,3	38	100,4	31,1	88	190,4	243	470	878	471	880	1616
- 62	- 80	- 112	3,9	39	102,2	31,7	89	192,2	249	480	896	477	890	1634
- 57	- 70	- 94	4,4	40	104,0	32,2	90	194,0	254	490	914	490	900	1652
- 51	- 60	- 76	5,0	41	105,8	32,8	91	195,8				488	910	1670
- 46	- 50	- 58	5,6	42	107,6	33,3	92	197,6				493	920	1688
- 40	- 40	- 40	6,1	43	109,4	33,9	93	199,4				499	930	1706
- 34	- 30	- 22	6,7	44	111,2	34,4	94	201,2				504	940	1724
- 29	- 20	- 4	7,2	45	113,0	35,0	95	203,0				510	950	1742
- 23	- 10	14	7,8	46	114,8	35,6	96	204,8				516	960	1760
- 17,8	0	32	8,3	47	116,6	36,1	97	206,6				521	970	1778
			8,9	48	118,4	36,7	98	208,4				527	980	1796
			9,4	49	120,2	37,2	99	210,2				532	990	1814
						37,8	100	212,0				538	1000	1832

(continua)

(continuação)

1000 a 2000						2000 a 3000					
°C		°F	°C		°F	°C		°F	°C		°F
538	1000	1832	816	1500	2732	1093	2000	3632	1371	2500	4532
543	1010	1850	821	1510	2750	1099	2010	3650	1377	2510	4550
549	1020	1868	827	1520	2768	1104	2020	3668	1382	2520	4568
554	1030	1886	832	1530	2786	1110	2030	3686	1388	2530	4586
560	1040	1904	838	1540	2804	1116	2040	3704	1393	2540	4604
566	1050	1922	834	1550	2822	1121	2050	3722	1399	2550	4622
571	1060	1940	849	1560	2840	1127	2060	3740	1404	2560	4640
577	1070	1958	854	1570	2858	1132	2070	3758	1410	2570	4658
582	1080	1976	860	1580	2876	1138	2080	3776	1416	2580	4676
588	1090	1994	866	1590	2894	1143	2090	3794	1421	2590	4694
593	1100	2012	871	1600	2912	1149	2100	3812	1427	2600	4712
599	1110	2030	877	1610	2930	1154	2110	3830	1432	2610	4730
604	1120	2048	882	1620	2948	1160	2120	3848	1438	2620	4748
610	1130	2066	888	1630	2966	1166	2130	3866	1443	2630	4766
616	1140	2084	893	1640	2884	1171	2140	3884	1449	2640	4784
621	1150	2102	899	1650	3002	1177	2150	3902	1454	2650	4802
627	1160	2120	904	1660	3020	1182	2160	3920	1460	2660	4820
632	1170	2138	910	1670	3038	1188	2170	3938	1466	2670	4838
638	1180	2156	916	1680	3056	1193	2180	3956	1471	2680	4856
643	1190	2174	921	1690	3074	1199	2190	3974	1477	2690	4874
649	1200	2192	927	1700	3092	1204	2200	3992	1482	2700	4892
654	1210	2210	932	1710	3110	1210	2210	4010	1488	2710	4910
660	1220	2228	938	1720	3128	1216	1220	4028	1493	2720	4928
666	1230	2246	943	1730	3146	1221	2230	4046	1499	2730	4946
671	1240	2264	949	1740	3164	1227	2240	4064	1504	2740	4964
677	1250	2282	954	1750	3182	1232	2250	4082	1510	2750	4982
682	1260	2300	960	1760	3200	1238	2260	4100	1525	2760	5000
688	1270	2318	966	1770	3128	1243	2270	4118	1521	2770	5018
693	1280	2336	971	1780	3236	1249	2280	4136	1527	2780	5036
699	1290	2354	977	1790	3254	1254	2290	4154	1532	2790	5054
704	1300	2372	982	1800	3272	1260	2300	4172	1538	2800	5072
710	1310	2390	988	1810	3290	1266	2310	4190	1543	2810	5090
716	1320	2408	993	1820	3308	1271	2320	4208	1549	2820	5108
721	1330	2426	999	1830	3326	1277	2330	4226	1554	2830	5126
727	1340	2444	1004	1840	3344	1282	2340	4244	1560	2840	5144
732	1350	2462	1010	1850	3362	1288	2350	4262	1566	2850	5162
738	1360	2480	1016	1860	3380	1293	2360	4280	1471	2860	5180
743	1370	2798	1021	1870	3398	1299	2370	4298	1577	2870	5198
749	1380	2516	1027	1880	3416	1304	2380	4316	1582	2880	5216
754	1390	2534	1032	1890	3434	1310	2390	4334	1588	2890	5234
760	1400	2552	1038	1900	3452	1316	2400	4352	1593	2900	5252
766	1410	2570	1043	1910	3470	1321	2410	4370	1599	2910	5270
771	1420	2588	1049	1920	3488	1327	2420	4388	1604	2920	5288
777	1430	2606	1054	1930	3506	1332	2430	4406	1610	2930	5306
782	1440	2624	1060	1940	3524	1338	2440	4424	1616	2940	5324
793	1460	2660	1071	1960	3560	1349	2460	4460	1627	2960	5360
799	1470	2678	1077	1970	3578	1354	2470	4478	1632	2970	5378
804	1480	2692	1082	1980	3596	1360	2480	4496	1638	2980	5396
810	1490	2714	1088	1990	3614	1366	2490	4514	1643	2990	5414
			1093	2000	3632				1649	3000	5432

11 - CONVERSÃO PARA MEDIDAS E PESOS DIVERSOS

Para transformar as unidades listadas em A para B multiplique pelo fator indicado na coluna A → B; para transformar as unidades listadas em B para A multiplique pelo da coluna B → A.

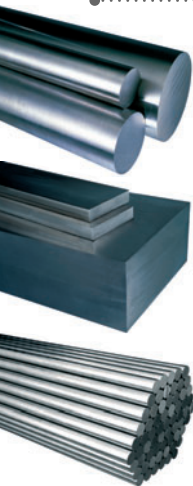
A	B	A → B	B → A
Polegada	Centímetro	2,540	0,3937
Pé	Metro	0,3048	3,2808
Jarda	Metro	0,9144	1,0936
Milha	Quilômetro	1,6093	0,6214
Pol ²	cm ²	6,4516	0,1550
Pé ²	m ³	0,0929	10,7639
MI ²	km ²	2,5900	0,3861
Pol ³	cm ³	16,3871	0,0610
Pé ³	m ²	0,0283	35,3147
Galão (USA)	Litro	3,7854	0,2642
Galão Imperial	Litro	4,5461	0,2200
Barril	m ³	0,1590	6,2893
Libra	Quilograma	0,4536	2,2046
Ton. curta (2.000 lb)	Tonelada	0,9072	1,1023
Ton. longa (2.240 lb)	Tonelada	1,0160	0,9842
Onça (avoirdupois)	Gramma	28,3495	0,0353
Onça (troy)	Gramma	31,1035	0,0322
Libra/pol ³	Gramma/cm ³	27,6799	0,0361
Libra/pé ³	Gramma/cm ³	0,0160	62,4280
Pé/minuto	Metro/segundo	0,0051	196,8504
Pé/segundo	km/hora	1,0973	0,9113
Pé ³ /minuto (CFM)	Litro/segundo	0,4719	2,1189
Galão/minuto	Litro/segundo	0,0631	15,8503
Megapascal (MPa)	kg/cm ²	9,81	0,102
Megapascal (MPa)	kg/mm ²	0,102	9,81
Libra ³ /pol ²	kg/cm ²	0,0703	14,2233
Libra ³ /pé ²	kg/m ²	4,8828	0,2048
Libra ³ /pé ²	Quilogrammetro	0,1383	7,2307
Horse Power (HP)	Quilowatt	0,7457	1,3410
Cavalo Vapor (CV)	Quilowatt	0,7355	1,3596
BTU/min	Quilowatt	0,0176	56,8690
BTU	Quilocaloria	0,2520	3,9683
BTU	Quilowatt * hora	0,0003	3413,0
BTU/h pé ² °F/pol	kcal/h m ² °C/m	0,124	8,06
BTU/h pé ² °C	kcal/h m ² °C	4,8824	0,2048
BTU/h pé ³	kcal/m ³	9,8991	0,1124
BTU/lb	kcal/kg	0,5556	1,8000
Quilocaloria	Quilowatt hora	0,0012	859,8452
Atmosfera	kg/cm ²	1,0332	0,9678
Bar	Atmosfera	0,9869	1,0133
Metro/minuto	cm/segundo	1,6667	0,6000
Dia	Minuto	1440	6,9444 x 10 ⁻⁴
Ano (365 d)	Hora	8765	1,1408 x 10 ⁻⁴

12 - PESO LINEAR DE AÇO EM BARRAS

BITOLAS		PESO - kg/m		BITOLAS		PESO - kg/m	
pol.	mm	●	■	pol.	mm	●	■
1/4	6,35	0,25	0,32	4.1/8	104,78	67,69	86,18
5/16	7,94	0,39	0,49	4.1/4	107,95	71,85	91,48
3/8	9,53	0,56	0,71	4.3/8	111,13	76,14	96,95
7/16	11,11	0,76	0,97	4.1/2	114,30	80,55	102,56
1/2	12,70	0,99	1,27	4.5/8	117,48	85,09	108,34
9/16	14,29	1,26	1,60	4.3/4	120,65	89,75	114,27
5/8	15,88	1,55	1,98	4.7/8	123,63	94,54	120,37
11/16	17,46	1,88	2,39	5	127,00	99,44	126,61
3/4	19,05	2,24	2,85	5.1/4	133,35	109,63	139,59
13/16	20,64	2,63	3,34	5.1/2	139,70	120,32	153,20
7/8	22,23	3,05	3,88	5.3/4	146,05	131,51	167,45
15/16	23,81	3,50	4,45	6	152,40	143,20	182,32
1	25,40	3,98	5,06	6.1/4	158,75	155,38	197,83
1.1/16	26,99	4,49	5,72	6.1/2	165,10	168,06	213,98
1.1/8	28,58	5,04	6,41	6.3/4	171,45	181,23	230,75
1.3/16	30,16	5,61	7,14	7	177,80	194,91	248,16
1.1/4	31,75	6,22	7,91	7.1/4	184,15	209,08	266,20
1.5/16	33,34	6,85	8,73	7.1/2	190,50	223,74	284,88
1.3/8	34,93	7,52	9,58	7.3/4	196,85	238,91	304,19
1.7/16	36,51	8,22	10,46	8	203,20	254,57	324,13
1.1/2	38,10	8,95	11,40	8.1/4	209,55	270,73	344,70
1.9/16	36,69	9,71	12,37	8.1/2	215,90	287,39	365,91
1.5/8	41,28	10,51	13,38	8.3/4	222,25	304,54	387,75
1.11/16	42,86	11,31	14,42	9	228,60	322,19	410,22
1.3/4	44,45	12,18	15,51	9.1/4	234,95	340,34	433,33
1.13/16	46,04	13,07	16,64	9.1/2	241,30	358,98	457,07
1.7/8	47,63	13,99	17,81	9.3/4	247,65	378,13	481,44
1.15/16	49,21	14,93	19,01	10	254,00	397,77	506,45
2	50,80	15,91	20,26	10.1/4	260,35	417,90	532,09
2.1/16	52,39	16,92	21,55	10.1/2	266,70	438,54	558,36
2.1/8	53,98	17,96	22,87	10.3/4	273,05	459,67	585,27
2.3/16	55,56	19,03	24,23	11	279,40	481,30	612,81
2.1/4	57,15	20,14	25,64	11.1/4	285,75	503,42	640,98
2.5/16	58,73	21,27	27,08	11.1/2	292,10	526,05	669,78
2.3/8	60,33	22,44	28,57	11.3/4	298,45	549,17	699,22
2.7/16	61,91	23,63	30,09	12	304,80	572,78	729,29
2.1/2	63,50	24,86	31,65	12.1/2	317,50	621,51	791,33
2.9/16	65,09	26,12	33,26	13	330,20	672,23	855,90
2.5/8	66,68	27,41	34,90	13.1/2	342,90	724,93	923,01
2.11/16	68,26	28,73	36,58	14	355,60	779,62	992,64
2.3/4	69,85	30,08	38,30	14.1/2	368,30	836,30	1064,81
2.13/16	71,44	31,47	40,06	15	381,00	894,97	1139,51
2.7/8	73,03	32,88	41,87	15.1/2	393,70	955,63	1216,75
2.15/16	74,61	34,32	43,70	16	406,40	1018,28	1296,51
3	76,20	35,80	45,58	16.1/2	419,10	1082,92	1378,81
3.1/8	79,38	38,85	49,46	17	431,80	1149,54	1463,64
3.1/4	82,55	42,01	53,49	17.1/2	444,50	1218,16	1551,00
3.3/8	85,73	45,31	57,69	18	457,20	1288,76	1640,90
3.1/2	88,90	48,73	62,04	18.1/2	469,90	1361,36	1733,33
3.5/8	92,08	52,27	66,56	19	482,60	1435,94	1828,29
3.3/4	95,25	55,94	71,22	19.1/2	495,30	1512,51	1925,78
3.7/8	98,43	59,73	76,05	20	508,00	1591,07	2025,80
4	101,60	63,64	81,03	22	558,80	1925,19	2451,22

Linha de Produtos

Aços Especiais



Aços Construção Mecânica

- Carbono
- Ligados
- Microligados
- Ressulfurados

Aços Ferramenta

- Moldes Plásticos
- Trabalho a frio
- Trabalho a quente

Aços Inoxidáveis

- Austeníticos
- Ferríticos
- Martensíticos

Tipos de Produtos

Laminados

- Barras redondas e quadradas
- Fio-máquina

Forjados

- Barras redondas, quadradas e chatas

Acabamentos

- Descascados
- Fresados
- Polidos
- Retificados
- Torneados
- Trefilados



GERDAU



Gerdau Aços Especiais Piratini

Atendimento ao Cliente:

Charqueadas - RS

Fone: (51) 3323-5870

Fax: (51) 3323-5708

São Paulo - SP

Fone: (11) 3874-4461

Fax: (11) 3874-4464

www.gerdau.com.br/gerdauacosespeciais
aep@gerdau.com.br