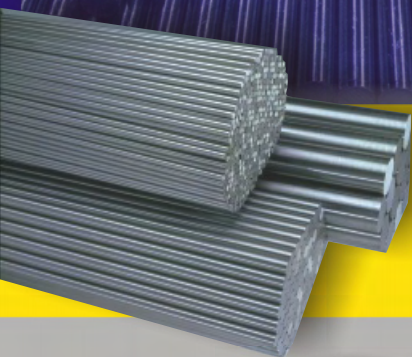




**GERDAU**  
AÇOS FINOS PIRATINI

# Manual de Aços

edição atualizada 2003





PARA TODOS  
QUE FIZERAM PARTE  
DESTE PRÊMIO, NOSSO  
MUITO OBRIGADO.

A Gerdau Aços Finos Piratini acaba de conquistar  
o Prêmio Nacional da Qualidade 2002.

Um resultado que só foi possível com trabalho,  
dedicação e esforço de todos.

 **GERDAU**  
AÇOS FINOS PIRATINI

[www.gerdau.com.br/acosfinospiratini](http://www.gerdau.com.br/acosfinospiratini)



<b>I - Produtos Gerdau</b> .....	01
1 - Faixas de Bitolas Produzidas (mm) .....	03
2 - Bitolas Padrões Laminadas (mm) .....	04
3 - Bitolas Padrões Forjadas Redondas e Quadradas (mm) .....	05
4 - Tolerâncias Dimensionadas de Laminados e Forjados; Sobremetal de Forjados .....	06
4.1 - Tolerância de Fio Máquina (mm) .....	06
4.2 - Tolerância de Barras Laminadas Redondas (mm) .....	07
4.3 - Tolerância Especial de Barras Redondas de Aços para Construção Mecânica (mm) .....	07
4.4 - Tolerância de Barras Quadradas (mm) .....	07
4.5 - Tolerância de Barras Laminadas com Acabamento (mm) .....	08
4.6 - Tolerância de Barras Forjadas; Sobremetal (mm) .....	08
4.7 - Tolerância de Barras Forjadas; Sobremetal (mm) .....	08
4.8 - Tolerância Dimensional de Barras Forjadas com Acabamento (mm) ..	09
5 - Aços Gerdau e Equivalências com Normas .....	10
5.1 - Aços Construção Mecânica .....	10
5.1.1 - Aços Carbono não Ressulfurados .....	10
5.1.2 - Aços de Usinagem Fácil .....	10
5.1.3 - Aços Ligados para Beneficiamento .....	11
5.1.4 - Aços Ligados para Cementação .....	12
5.1.5 - Aços para Deformação a Frio .....	12
5.1.6 - Aços para Molas .....	13
5.1.7 - Aços para Rolamentos .....	13
5.2 - Aços Inoxidáveis e Resistentes ao Calor .....	13
5.3 - Aços Inoxidáveis com Usinabilidade Melhorada (Corfac) .....	14
5.4 - Aços Ferramenta e Rápidos .....	15
6 - Durezas, Características dos Produtos Gerdau Aços Finos Piratini (HB) ..	16
6.1 - Durezas (HB) - Construção Mecânica Ligado e Construção Mecânica Carbono .....	16
6.2 - Propriedades Mecânicas do Material Beneficiado .....	17
6.3 - Durezas (HB) - Aços Inoxidáveis .....	18
6.4 - Durezas (HB) - Aços Ferramenta .....	18
7 - Classificação, Características e Seleção de Aços .....	19
7.1 - Aços Inoxidáveis e Resistentes ao Calor .....	19
7.2 - Aços Ferramenta .....	24
8 - Encaminhamento de Consultas e Pedidos .....	30



<b>II - Composição Química, Aços ABNT, AISI, SAE e ASTM</b> .....	31
1 - Aços Construção Mecânica Carbono - J.403 .....	33
1.1 - Aços Carbono .....	33
1.2 - Aços Carbono com Teor de Manganês Elevado .....	34
1.3 - Aços Carbono Ressulfurados (Usinagem Fácil) .....	34
1.4 - Aços Carbono Ressulfurados e Refosforados (Usinagem Fácil) .....	34
2 - Aços Construção Mecânica Ligados ABNT/AISI/SAE - J.404 .....	35
3 - Aços Inoxidáveis ABNT/AISI/SAE - J.405 .....	37
3.1 - Aços Inoxidáveis Austeníticos (Não Temperáveis) .....	37
3.2 - Aços Inoxidáveis Martensíticos (Temperáveis) .....	37
3.3 - Aços Inoxidáveis Ferríticos (Não Temperáveis) .....	38
4 - Aços Ferramenta e Rápidos ASTM .....	38
4.1 - Aços Ferramenta Carbono ASTM a 686 .....	38
4.2 - Aços Ferramenta Ligados ASTM a 681 .....	39
4.3 - Aços Rápidos ASTM a 600 .....	42
<b>III - Composição Química Aços DIN</b> .....	43
1 - Aços de Usinagem Fácil DIN EN 10087 .....	45
2 - Aços para Beneficiamento DIN EN 10083 .....	46
3 - Aços para Cementação DIN EN 10084 .....	47
4 - Aços para Conformação a Frio DIN 1654 .....	48
5 - Aços Inoxidáveis DIN 17440 .....	49
6 - Aços Ferramenta e Rápido DIN 17350 .....	50
6.1 - Aços para Trabalho a Frio Temperáveis em Água .....	50
6.2 - Aços para Trabalho a Frio Temperáveis a Óleo .....	50
6.3 - Aços para Trabalhar a Frio e a Quente .....	51
6.4 - Aços Rápidos .....	51
6.5 - Aços para Aplicações Especiais .....	51
<b>IV - Tolerância para Análise de Verificação</b> .....	53
1 - Conforme Normas ABNT/AISI/SAE .....	55
1.1 - Aços Construção Mecânica Carbono .....	55
1.2 - Aços Construção Mecânica Ligados .....	56
1.3 - Aços Inoxidáveis .....	57
2 - Conforme Normas DIN .....	58
2.1 - Aços para Beneficiamento (1) DIN EN 10083 .....	58
2.2 - Aços para Cementação (1) DIN EN 10084 .....	59
2.3 - Aços de Usinagem Fácil DIN 1651 (1) .....	59
2.4 - Aços para Conformação a Frio - Aços Temperados e Revenidos (1) DIN 1654 .....	60
2.5 - Aços Inoxidáveis (1) DIN 17440 .....	61
2.6 - Aços Ferramenta e Rápido(1) DIN 17350 .....	62



<b>V - Temperabilidade</b> .....	63
1 - Temperabilidade dos Aços Norma SAE J.1268 - Valores de Dureza em HRC	63
2 - Temperabilidade dos Aços Norma DIN EN 10083 e 10084 - Valores de Dureza em HRC .....	73
<b>VI - Tabelas Gerais</b> .....	77
1 - Durezas Esperadas em Aços Carbono e Ligados no Estado Normalizado em Função da Bitola .....	79
2 - Propriedades Mecânicas dos Aços nas Condições de Laminado Normalizado e Recozido .....	80
3 - Influência da Temp. de Rev. nas Prop. Mecânicas dos Aços Carbono e Ligados para Corpo de Prova de 25,4mm de Diâm. ....	82
4 - Efeito dos Elementos de Ligas nas Propriedades dos Aços .....	85
5 - Tolerância de Bitolas em Barras Laminadas a Quente .....	86
6 - Acabados a Frio - em (1 Micron - 1u = 0,001 mm) .....	87
7 - Sistema de Codificação AISI/SAE .....	88
8 - Áreas, Volumes e Superfícies .....	89
9 - Equivalência de Bitolas de Chapa e Arames - mm .....	97
10 - Conversão de Polegadas e Frações em mm .....	98
11 - Conversão de Dureza - Resistência à Tração Conforme ASTM para Aços não Austeníticos .....	99
12 - Conversão de Temperaturas - °C / °F .....	101
13 - Conversão para Medidas e Pesos Diversos .....	103
14 - Peso Linear de Aço em Barras .....	104
15 - Tabela Comparativa de Durezas e Resistências de Aços .....	105

I  
Produtos Gerdau



**GERDAU**  
AÇOS FINOS PIRATINI



## 1 - FAIXAS DE BITOLAS PRODUZIDAS (mm)

PRODUTOS	BITOLAS (mm)
Barras Laminadas Redondas	5,50 a 135,00
Barras Laminadas Quadradas	37,00 a 120,00
Palanquilhas	158,75 - 196,85
Fio Máquina	5,50 a 30,16
Barras Forjadas Redondas	63,00 a 508,00
Barras Forjadas Quadradas	63,50 a 410,00
Barras Forjadas Chatas	Área Máxima: 156.000 mm <sup>2</sup> Largura Máx.: 723
Blocos Forjados (sob consulta) *	Espessura: 150,00 a 450,00 Largura: 300,00 a 600,00
Discos Forjados (sob consulta) *	Diâmetro: 100,00 a 1.000,00 Altura: 20,00 a 400,00
Peças (sob consulta) *	Até 5.600 kg
Barras Trefiladas	10,00 a 40,40
Barras Descascadas	15,00 a 123,00
Barras Polidas	5,00 a 100,00
Barras Retificadas	4,80 a 100,00
Barras Torneadas	116,00 a 540,00
Barras Forjadas Fresadas	25,00 a 700,00
Tarugos Lingotamento Contínuo	Ø150 e Ø240 mm

\*OBS: 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.



## 2 - BITOLA PADRÕES LAMINADAS

### BARRAS L1 E L2 - CURVAS ABC

BARRAS LAMINADAS DE BITOLAS REDONDAS			BARRAS LAMINADAS DE BITOLAS QUADRADAS
5,50	*27,00	85,73	50,80
6,00	28,58	88,90	57,15
6,35	29,50	*90,00	60,33
7,00	30,16	95,00	63,50
7,94	31,75	95,25	76,20
8,10	*32,00	101,60	85,73
8,50	33,34	*102,00	88,90
9,00	34,93	104,78	95,25
9,53	36,51	107,95	101,60
10,00	*38,00	114,30	107,95
10,20	38,10	*115,00	
10,50	39,69	120,00	
11,11	41,28	*120,65	
12,00	42,86	127,00	
12,20	44,45	133,35	
12,70	45,00	139,70	
13,00	46,04	*140,00	
13,50	47,63	146,05	
14,29	50,80	152,40	
15,00	52,39		
15,50	53,20		
15,88	53,98		
16,15	54,60		
17,00	55,56		
17,46	56,40		
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 REDONDAS E QUADRADAS



BITOLAS		PESO (kg/m)	
mm	pol	RED	QUAD
63,50	2.1/2	NÃO FABRICA	31,65
69,85	2.3/4	NÃO FABRICA	38,30
76,20	3	35,80	45,58
82,55	3.1/4	42,01	53,49
88,90	3.1/2	48,73	62,04
95,25	3.3/4	55,94	71,22
101,60	4	63,64	81,03
107,95	4.1/4	71,85	91,48
114,30	4.1/2	80,55	102,56
120,65	4.3/4	89,75	114,27
127,00	5	99,44	126,61
133,35	5.1/4	109,63	139,59
139,70	5.1/2	120,32	153,20
146,05	5.3/4	131,51	167,45
152,40	6	143,20	182,32
158,75	6.1/4	155,38	197,83
165,10	6.1/2	168,06	213,98
171,45	6.3/4	181,23	230,75
177,80	7	194,91	248,16
184,15	7.1/4	209,08	266,20
190,50	7.1/2	223,74	284,88
196,85	7.3/4	238,91	304,19
203,20	8	254,57	324,13
209,55	8.1/4	270,73	344,70
215,90	8.1/2	287,39	365,91
222,25	8.3/4	304,54	387,75
228,60	9	322,19	410,22
234,95	9.1/4	340,34	433,33
241,30	9.1/2	358,98	457,07
247,65	9.3/4	378,13	481,44
254,00	10	397,77	506,45
266,70	10.1/2	438,54	558,36
279,40	11	481,30	612,81
292,10	11.1/2	526,04	669,78
304,80	12	572,78	729,29
317,50	12.1/2	621,51	791,33
330,20	13	672,22	855,90
342,90	13.1/2	724,93	923,01
355,60	14	779,62	992,64
368,30	14.1/2	836,30	1064,81
381,00	15	894,97	1139,51

(continua)



### 3 - BITOLAS PADRÕES FORJADAS REDONDAS E QUADRADAS

(continuação)

BITOLAS		PESO (kg/m)	
mm	pol	RED	QUAD
393,70	15.1/2	955,63	1216,75
406,40	16	1018,28	1296,51
419,10	16.1/2	1082,92	NÃO FABRICA
431,80	17	1149,54	NÃO FABRICA
444,80	17.1/2	1219,80	NÃO FABRICA
457,20	18	1288,76	NÃO FABRICA
469,90	18.1/2	1361,35	NÃO FABRICA
482,60	19	1435,94	NÃO FABRICA
495,30	19.1/2	1512,51	NÃO FABRICA
508,00	20	1591,06	NÃO FABRICA

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



### 4 - TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS DE LAMINADOS E FORJADOS; SOBREMETAL DE FORJADOS

#### 4.1 - TOLERÂNCIA DE FIO MÁQUINA (mm)

BITOLAS	AÇOS INOXIDÁVEIS E FERRAMENTA	
	AFASTAMENTO	OVALIZAÇÃO
	PADRÃO	PADRÃO
5,50 a 10,00	+ 0,30	0,48
10,20 a 15,88	+ 0,40	0,64
16,15 a 30,16	+ 0,50	0,80

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

#### 4.2 - TOLERÂNCIA DE BARRAS LAMINADAS REDONDAS (mm)

BITOLAS	AFASTAMENTO	OVALIZAÇÃO
5,50 - 14,00	+ 0,40	MÁX. 0,64
14,29 - 17,46	+ 0,50	MÁX. 0,80
18,50 - 24,00	+ 0,55	MÁX. 0,88
24,40 - 30,16	+ 0,60	MÁX. 0,96
31,75 - 39,69	+ 0,70	MÁX. 1,12
41,28 - 47,63	+ 0,80	MÁX. 1,28
50,80 - 63,50	+ 0,90	MÁX. 1,44
66,68 - 80,00	+ 1,00	MÁX. 1,60
82,55 - 95,25	+ 1,30	MÁX. 2,08
101,60 - 114,30	+ 1,50	MÁX. 2,40
120,65 - 146,05	+ 1,80	MÁX. 2,88
152,40	+ 2,10	MÁX. 3,36

#### 4.3 - TOLERÂNCIA ESPECIAL DE BARRAS REDONDAS DE AÇOS PARA CONSTRUÇÃO MECÂNICA (mm)

BITOLAS	AFASTAMENTO	OVALIZAÇÃO
5,50 - 10,00	+ 0,15	MÁX. 0,24
10,20 - 15,88	+ 0,20	MÁX. 0,32
16,15 - 20,64	+ 0,25	MÁX. 0,40
21,40 - 30,16	+ 0,30	MÁX. 0,48
31,75 - 38,10	- 0,30, + 0,50	MÁX. 0,64
39,69 - 50,80	- 0,40, + 0,60	MÁX. 0,80
52,39 - 63,50	- 0,40, + 0,80	MÁX. 0,96
66,68 - 85,00	- 0,40, + 1,20	MÁX. 1,28

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

#### 4.4 - NORMA AFP 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.

#### 4.5 - TOLERÂNCIA DE BARRAS QUADRADAS (mm)

BITOLAS	AFASTAMENTO	OVALIZAÇÃO
37,00 - 40,00	+ 0,70	7
41,28 - 44,45	+ 0,80	7
46,04 - 50,00	+ 0,80	10
50,80 - 60,33	+ 0,90	10
63,50	+ 0,90	13
69,85 - 76,20	+ 1,00	13
80,00	+ 1,00	16
82,55 - 85,00	+ 1,30	16
85,73 - 95,25	+ 2,00	16
100,00	+ 2,00	18
101,60 - 110,00	+ 2,00	18
114,60 - 120,00	+ 2,20	20
127,00 - 130,00	+ 3,00	20
133,35 - 152,40	+ 3,00	22
158,75	+ 3,00	28
165,10	+ 4,00	28
171,45 - 196,85	+ 4,50	30

OBS.: Bitolas 50,00 e 50,80 mm tem raio de canto de 7 mm.

#### 4.6 - 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. (Sob consulta p/ Inox e Ferramenta)
- Torneadas: 124,00 - 143,00: + 1,50 / -0,00 (mm)  
144,00 - 195,00: + 2,00 / -0,00 (mm)

Tolerância em microns

Faixas de Bitolas (mm)	DIN	670			669/67		668	
	ISO	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13
1 a 3		10	14	25	40	60	100	140
3 a 6		12	18	30	48	75	120	180
6 a 10		15	22	36	58	90	150	220
10 a 18		18	27	43	70	110	180	270
18 a 30		21	33	52	84	130	210	330
30 a 50		25	39	62	100	160	250	390
50 a 80		30	46	74	120	190	300	460
80 a 120		35	54	87	140	220	350	540
120 a 180		40	63	100	160	250	400	630

Outras faixas de tolerância sob consulta.

#### 4.7 - TOLERÂNCIA DE BARRAS FORJADAS; SOBREMETAL (mm)

Medida acabada		Aços para Construção Mecânica		Aços Inox		Aços Ferramenta	
Acima de	Até	Sobrem.	Toler.	Sobrem.	Toler.	Sobrem.	Toler.
25	40	8	+ 2,6	5	+ 0,9	3	+ 0,7
40	63	9	+ 2,9	6	+ 1,1	4	+ 0,9
63	80	11	+ 3,3	7	+ 1,4	5	+ 1,1
80	100	12	+ 3,6	8	+ 1,7	6	+ 1,3
100	125	13	+ 4,0	10	+ 2,0	7	+ 1,5
125	160	15	+ 4,6	12	+ 2,3	9	+ 1,8
160	200	18	+ 5,2	14	+ 2,8	11	+ 2,2
200	250	21	+ 6,0	17	+ 3,4	13	+ 2,6
250	315	24	+ 7,0	21	+ 4,2	16	+ 3,2
315	400	29	+ 8,4	26	+ 5,1	19	+ 4,0
400	500	35	+ 10,0	32	+ 6,3	24	+ 4,9
500	630	42	+ 12,0	39	+ 7,8	30	+ 6,0
630	800	52	+ 14,9	49	+ 9,8	37	+ 7,4

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) Padrão AFP: sobremetal de + 1/2 DIN - 2X tolerância, p/ aços Ferramenta forjados bruto e desbastado.

4) Conforme DIN 7527 o valor de sobremetal a ser acrescentado 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	+ 1 a + 3,5 mm
160,0	200,0	0 a + 1,9 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	



## 5 - AÇOS GERDAU E EQUIVALÊNCIAS COM NORMAS

### 5.1 - AÇOS CONSTRUÇÃO MECÂNICA

#### 5.1.1 - AÇOS CARBONO NÃO RESSULFURADOS

QUAL. GERDAU	ABNT/SAE AISI/ASTM	DIN	UNI	JIS	BS	AFNOR
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)	(S 50C)	(080A52)	XC50
1060	1060	(C60/C60E/C60R)	C53)	(S 58C)	-	-
1084	1080/1084	(C85/85Mn3)	(C60/C61)	-	080A83	(X80)
NORMAS	-	-	-	G 4051	970 part1	33-101

#### 5.1.2 - AÇOS DE USINAGEM FÁCIL

QUAL. GERDAU	ABNT/SAE AISI/ASTM	DIN	UNI	JIS	BS	AFNOR
11SMn30	(1213)	11SMn30	CF9SMn28	SUM 22	(230M07)	(S 250)
11SMn37	(1215)	11SMn37	CF9SMn36	SUM 23	(240M07)	(S 300)
1117	(1117)	-	-	SUM 31	-	-
1137	1137	-	CF35SMn10	SUM 41	-	35MF6
1140	1140	(35S20)	-	-	(212M36)	35MF6
1141	1141	-	-	SUM 42	-	-
1151	1151	-	-	-	-	-
NORMAS	-	EN10087	4838	G 4804	970 part 1	A 35-562

### 5.1.3 - AÇOS LIGADOS PARA BENEFICIAMENTO

QUAL. GERDAU	ABNT/SAE AISI/ASTM	DIN	UNI	JIS	BS	AFNOR
1330	1330	(30Mn5)	-	(SMn 2H)	(120M36)	-
4037	4037	-	-	-	(605A37)	-
41 Cr 4	5140	41Cr4	41Cr4	SCr 4H	(530H40)	42C4
4130	4130	(30CrMo4)	(30CrMo4)	SCM 3H	(708A30)	(30CD4)
4140	4140	(42CrMo4)	(42CrMo4)	(SCM 4H)	(708M40)	(42CD4)
4142	4142	41CrMo4	41CrMo4	(SCM 4H)	(708A42)	(42CD4)
4150	4150	(50CrMo4)	-	(SCM 5H)	(708A47)	-
42CrMo4	(4140)	42CrMo4	42CrMo4	(SCM 24H)	708M40	42CD4
4340	4340	(40CrNiMo6)	-	(SNM 21H)	(817M40)	(35NCD6)
5135	5135	(34Cr4)	(38Cr4)	(SCr 3H)	(530A36)	(38C4)
5140	5140	(41Cr4)	(41Cr4)	(SCr 4)	(530M40)	(42C4)
5160	5160	-	-	-	527A60	-
6150	6150	50CrV4	50CrV4	(SUP 10)	735A50	(50CV4)
8630	8630	(30NiCrMo22)	-	-	-	(30NCD2)
8640	8640	(40NiCrMo22)	(40NiCrMo22)	(SNM 23H)	-	40NCD2TS
8645	8645	-	-	(SNM 23H)	-	-
8650	8650	-	-	-	-	-
NORMAS	-	EN 10083	7845	G 4052	970 part 1	A 35-552

### 5.1.4 - AÇOS LIGADOS PARA CEMENTAÇÃO

QUAL. GERDAU	ABNT/SAE AISI/ASTM	DIN	UNI	JIS	BS	AFNOR
4118	4118	-	-	(SCM21H)	-	-
4320	4320	-	-	(SNCM23H)	(820M17)	(20NCD7)
4817	4817	-	-	-	-	-
4820	4820	-	-	-	-	-
5115	5115	16MnCr5	(16MnCr5)	-	(527M17)	(16MC5)
16MnCr5	ABNT 5116	16MnCr5	16MnCr5	-	590M17	16MC5
20MnCr5	ABNT 5119	20MnCr5	20MnCr5	-	-	20MC5
5120	5120	(20MnCr5)	(20MnCr5)	(SMnC21H)	-	(20MC5)
8115	8115	-	-	-	-	-
8615	8615	-	-	-	-	-
8620	8620	21NiCrMo2	-	(SNCM21H)	805M20	20NCD2
8822	8822	-	-	-	-	-
NORMAS	-	EN 10084	7846	G 4052	970 part 1	A35-551

### 5.1.5 - AÇOS PARA DEFORMAÇÃO A FRIO

QUAL. GERDAU	ABNT/SAE AISI/ASTM	DIN	UNI	JIS	BS	AFNOR
1010	1010	Cq10	CB10FF	S10C	(045A10)	(CC10)
1015	1015	Cq15	-	S15C	(050A15)	-
1035Cr	ABNT 1035	(Cq35)	-	-	-	-
1038Cr	ABNT 1038	-	(38Cr1KB)	-	-	-
4140	4140	(42CrMo4)	-	(SCM 4H)	(708M40)	(42CD4)
5016M	(5016)	-	-	-	-	-
5135	5135	(34Cr4)	34Cr4KB	(SCr 3H)	(530A36)	-
41Cr4	ABTN 5141	41Cr4	41Cr4KB	SCr 4H	530M40	42C4
NORMAS	NBR 6325/7003	1654	7536	-	-	-



### 5.1.6 - AÇOS PARA MOLAS

QUAL. GERDAU	ABNT/SAE AISI/ASTM	DIN	UNI	JIS	BS	AFNOR
55Si7	-	55Si7	(55Si7)	SUP6	(250A58)	RH388
5160	5160	-	(55Cr3)	SUP9A	527A60	(55C3)
51B60	51B60	-	-	SUP11	-	-
6150	6150	50CrV 4	(50CrV4)	SUP10	735A50	(50CV4)
61B50	61B50	-	-	-	-	-
6158	ABNT 6158	58CrV4	-	-	-	-
9260	9260	60Si7	(60Si7)	SUP7	(250A61)	(60S7)
NORMAS	NBR 9162	17221/22	3545	G 4801	970 part5	A35-571

### 5.1.7 - AÇOS PARA ROLAMENTOS

QUAL. GERDAU	ABNT/SAE AISI/ASTM	DIN	UNI	JIS	BS	AFNOR
100Cr6	52100	100Cr6	100Cr6	SUJ 2	-	100C6
NORMAS	-	-	3097	G 4805	-	A35-565

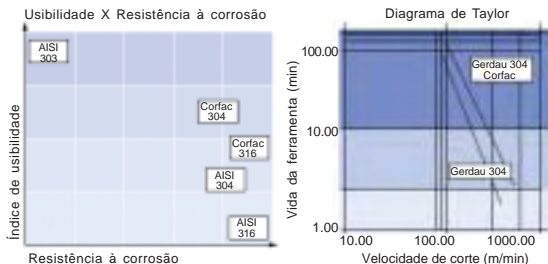
### 5.2 - AÇOS INOXIDÁVEIS E RESISTENTES AO CALOR

QUAL. GERDAU	Equivalência				
	ABNT/AISI	W.Nr	DIN	JIS	BS
416	416	(1.4005)	(X12CrS13)	SUS416	(416S21)
410	410	(1.4006)	(X12Cr13)	SUS410	(410S21)
420	420	1.4021	X20Cr13	(SUS420J1)	(420S37)
420C	420C	(1.4028)	(X30Cr13)	(SUS420J2)	(420S45)
430	430	(1.4016)	(X6Cr17)	(SUS430)	(430S17)
302	302	(1.4301)	(X5CrNi18-10)	SUS302	(302S31)
303	303	(1.4305)	(X8CrNiS18-9)	SUS303	(303S31)
304	304	(1.4301)	(X5CrNi18-10)	SUS304	(304S31)
304L	304L	(1.4306)	(X2CrNi19-11)	(SUS304L)	(304S11)
316	316	(1.4401)	(X5CrNiMo17-12-2)	SUS316	(316S31)
316L	316L	(1.4404)	(X2CrNiMo17-12-2)	(SUS316L)	(316S11)
310	310	(1.4841)	(X15CrNiSi25-20)	(SUH310)	(314S25)

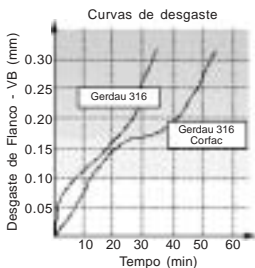
### 5.3 - AÇOS INOXIDÁVEIS COM USINABILIDADE MELHORADA (CORFAC)

Para melhorar a usinabilidade dos aços inoxidáveis, a Gerdau utiliza uma tecnologia consagrada mundialmente: o tratamento metalúrgico das inclusões não-metálicas, provocando a formação das inclusões que são benéficas para a usinabilidade e modificando as prejudiciais para minimizar sua nocividade.

Outra vantagem é o aumento da durabilidade do ferramental. As inclusões causam um efeito lubrificante na aresta de corte facilitando a quebra do cavaco na zona de cisalhamento. Conseqüentemente o atrito entre o aço e a ferramenta é menor, reduzindo o desgaste da ferramenta e a temperatura de ponta.



Relação entre usinabilidade e resistência à corrosão dos principais aços inoxidáveis austeníticos.



## 5.4 - AÇOS FERRAMENTA

QUAL. GERDAU	Equivalência					
	VILLARES	ABNT	AISI	DIN W.Nr	JIS	SIS
D2	(VD-2)	D2	D2	(1.2379)	(SKD 11)	(2310)
D6	(VC-131)	D6	(D6)	1.2436	-	(2312)
A2	-	A2	A2	(1.2363)	SKD 12	(2260)
S1	(VW-3)	S1	S1	(1.2542)	-	2710
O1	VND	O1	O1	1.2510	-	-
P20	(VP-20)	(P20)	(P20)	(1.2330)	-	(2234)
2714	(VMO)	(C2)	(6F3)	1.2714	-	-
2721	(VCO)	(L10)	-	1.2721	-	(2550)
H13	VH-13	H13	H13	(1.2344)	SKD 61	2242
H12	VPCW	H12	H12	(1.2606)	SKD 62	-
H20	(VW-9)	H20	H20	(1.2581)	(SKD 5)	-
2067	-	(52100)	(E 52100)	1.2067	SUJ 2	-

### OBSERVAÇÕES:

A - Equivalências aproximadas são indicadas entre parênteses.

B - Quando a equivalência se verifica em apenas uma das normas ABNT/SAE/AISI/ASTM, a mesma é salientada na coluna respectiva.

C - Os aços constantes das tabelas apresentadas referem-se às utilizações mais comuns constituindo parte de nossa linha de fabricação. Outras qualidades ou variantes são fabricadas mediante consulta.



## 6 - CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS PRODUTOS GERDAU AÇOS FINOS PIRATINI

### 6.1 - DUREZAS (HB) - Construção Mecânica Ligado e Construção Mecânica Carbono

Qualidade	Laminado/Normalizado	Recozido	Esferoidizado
SAE 1010	110 - 140	máx 110	45 - 55 (HRB)
SAE 1015	110 - 155	máx 130	máx 65 (HRB)
SAE 1016/1018	125 - 165	máx 140	máx 70 (HRB)
SAE 1020	120 - 170	máx 145	máx 75 (HRB)
SAE 1022	130 - 190	máx 165	máx 160
SAE 1025	130 - 195	-	-
SAE 1030	140 - 205	máx 170	máx 160
SAE 1035	150 - 220	máx 174	máx 163
SAE 1040	155 - 230	máx 177	máx 166
SAE 1045	165 - 250	máx 180	máx 169
SAE 1050	179 - 265	-	máx 184
SAE 1060	200 - 272	-	máx 198
SAE 1070	210 - 290	máx 220	máx 202
SAE 1080/1084	229 - 310	-	máx 207
DIN 9SMn28	115 - 170	máx 160	-
SAE 1117	120 - 175	-	-
SAE 1137	179 - 245	-	-
SAE 1140	160 - 230	máx 210	-
SAE 1141	185 - 260	máx 220	-
SAE 1144	190 - 272	máx 230	-
SAE 1524	149 - 207	-	-
SAE 1541	187 - 250	máx 200	máx 182
SAE 1552	190 - 260	máx 230	-
SAE 4135	200 - 280	máx 217	máx 177
SAE 4140	240 - 350	máx 228	máx 190
DIN 41Cr4	185 - 300	máx 210	máx 185
DIN 16MnCr5	130 - 250	máx 180	máx 165
DIN 20MnCr5	180 - 280	máx 217	-
DIN 58CrV4	máx 440	máx 240	-
SAE 4320	160 - 260	máx 217	-
SAE 4340	260 - 380	máx 260	máx 210
SAE 5115	130 - 210	máx 180	máx 154
SAE 5135	175 - 270	máx 195	máx 169
SAE 5140	180 - 275	máx 207	máx 172
SAE 5160	máx 380	máx 240	máx 200
SAE 52100	máx 400	máx 250	máx 207
SAE 6150	máx 400	máx 235	máx 200
SAE 8615	135 - 200	máx 170	-
SAE 8620	140 - 250	máx 180	-
SAE 8622	145 - 225	-	-
SAE 8625/8627	150 - 230	160 - 210	-
SAE 8630	155 - 240	-	-
SAE 8640	240 - 330	máx 228	máx 183
SAE 8822	160 - 250	-	-
DIN C 70S6	máx 285	-	-
DIN 38 MnSiVS5	máx 280	-	-
SAE 15V44	máx 300	-	-
DIN 48MnV3	máx 270	-	-

OBS: As faixas de dureza nas condições "Laminado / Normalizado" são meramente informativas, podendo sofrer variações em função das condições de resfriamento dos materiais.

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

Bitola < 40mm					
Qualidade	RT(N/mm <sup>2</sup> )	LE(N/mm <sup>2</sup> )	Al(%)	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. 15	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 <sup>2</sup> )	LE(N/mm <sup>2</sup> )	Al(%)	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 - 271

Bitola > 100 a 160mm					
Qualidade	RT(N/mm <sup>2</sup> )	LE(N/mm <sup>2</sup> )	Al(%)	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

### 6.3 - DUREZAS (HB) - Aços Inoxidáveis

Qualidade	Tratamento Térmico	Laminado/Forjado e/ou Usinado	Trefilado / Trefilado Retificado
Austeníticos - IAU	Solubilização	máx 180	máx 327
AISI 410 / 416	Esferoidização	máx 200	máx 260
AISI 420	Esferoidização	máx 230	máx 260
AISI 430	Esferoidização	máx 200	máx 327

### 6.4 - DUREZAS (HB) - Aços Ferramenta

Qualidade	Tratamento Térmico	Dureza (HB)	
		Laminado/Forjado e/ou Usinado	Trefilado / Trefilado Retificado (< 15.00 mm)
AISI A2	Esferoidização	máx. 240	máx. 262
AISI D2/D6	Esferoidização	máx. 255	
AISI H12/H13	Esferoidização	máx. 220	máx. 262
AISI H20	Esferoidização	máx. 235	máx. 262
AISI 01	Esferoidização	máx. 220	máx. 241
AISI P20	Beneficiamento	280 a 310	
AISI S1	Esferoidização	máx. 230	máx. 255
DIN 60SiCr7 Mod	Esferoidização	máx. 220	máx. 255
W. NR 1/2714	Esferoidização	máx. 230	máx. 270
W. NR 1/2721	Esferoidização	máx. 240	máx. 270



## 7 - CLASSIFICAÇÃO, CARACTERÍSTICAS E SELEÇÃO DE AÇOS

### 7.1 - AÇOS INOXIDÁVEIS E RESISTENTES AO CALOR

Os aços inoxidáveis e resistentes ao calor apresentam uma resistência incomum ao ataque de ambiente corrosivo à temperatura normal e a temperaturas elevadas e são produzidos para atender a uma ampla faixa de propriedades mecânicas e físicas para aplicações particulares. Os tipos padrão comumente identificáveis de aços inoxidáveis e resistentes ao calor podem ser encontrados na NORMA AISI (STAINLESS AND HEAT RESISTING STEELS). Possuem grandes diferenças de características e, em muitos casos, apresentando propriedades especiais que os recomendam para usos específicos.

Os aços inoxidáveis e resistentes ao calor são classificados em cinco grupos de acordo com a microestrutura básica formada e com a possibilidade de endurecimento por tratamento térmico:

**A - Martensíticos:** São assim chamados devido a sua capacidade de endurecimento por Têmpera como qualquer aço comum. Eles possuem de 12 a 16% de Cromo e 0,1 a 0,4% de Carbono, ou ocasionalmente mais. Esta qualidade se torna efetivamente inoxidável após a Têmpera, condição em que também demais propriedades mecânicas são otimizadas.

As qualidades GERDAU 410 e 420, respectivamente AISI 410 e 420, são aços que representam esse grupo.

**B - Ferríticos:** São aços que podem conter de 16 a 30% de Cromo, e sua estrutura e propriedade mecânica não são alteradas através de tratamento térmico, ou seja, ele não são endurecidos por Têmpera. São mais inoxidáveis que os aços do primeiro grupo, porém suas propriedades mecânica são inferiores. A qualidade GERDAU 430, AISI 430, é a que representa esse grupo.

**C - Austeníticos:** São os aços que contém de 12 a 30% de Cromo mais 7 a 25 % de Níquel, e em muitos casos pequenas adições de outros elementos. Estes aços não são afetados estruturalmente pelo aquecimento e não são endurecidos por Têmpera. O representante típico desta classe é o GERDAU 304 (18% Cromo e 8% de Níquel), AISI 304, mas a faixa de composição química é extensa de acordo com a variedade de aplicações a que se destinam.

Dentre os austeníticos, poderíamos ainda citar os aços estabilizados onde a adição de elementos tais como o Ti e Nb previnem a ocorrência do fenômeno de sensitização em qualquer situação.

**D - Aços Inox Duplex:** São aços com baixo teor de carbono, ligados principalmente ao Cromo e Níquel. Sua composição química é balanceada de modo a se obter uma estrutura mista de austenita e ferrita-delta. Esta estrutura, confere melhor resistência à corrosão, aumento de resistência mecânica e melhor soldabilidade que os graus austeníticos.

**E - Aços inoxidáveis Endurecíveis por Precipitação:** Possuem reduzido teor de Ni (aprox. 4,0%) e adição de outros elementos de ligas (principalmente Cu) para promover o aparecimento de precipitados. Aliam resistência à corrosão equivalente aos aços inoxidáveis austeníticos e propriedades mecânicas elevadas compatíveis aos inoxidáveis martensíticos.

Os aços pertencentes aos grupos A, B e D são magnéticos em quaisquer condições; os do terceiro grupo são levemente magnéticos na condição de trabalhado a frio (encruados), porém não são magnéticos no estado solubilizado, condição em que são utilizados mais comumente. Os aços do quinto grupo são magnéticos na condição de endurecidos por precipitação.

Todos os aços inoxidáveis pertencentes aos cinco grupos alcançam as características de "não oxidação" em razão da propriedade de produzir uma leve película aderente de óxido de cromo que é fortemente resistente ao ataque da atmosfera e de uma grande variedade de gases industriais e químicos. Essa característica, aliada à elevada resistência a altas temperaturas apresentadas por muitos desses aços, é o motivo do seu largo emprego a temperaturas normais e elevadas. Considere-se ainda a grande possibilidade de escolha de propriedades mecânicas e de níveis de resistência à corrosão que esses aços oferecem.

Os aços inoxidáveis e resistentes ao calor exigem cuidados especiais durante a fabricação. Eles são sensíveis a operações térmicas e mecânicas cujo controle é complicado em razão da variação dos efeitos das diferentes composições químicas. Visando assegurar resultados satisfatórios, os usuários normalmente fazem contato com o fabricante, abordando questões relativas a trabalhabilidade, usinabilidade, tratamento térmico ou outras operações a que os aços serão submetidos.

Abaixo a representação esquemática dos aços inoxidáveis e resistentes ao calor conforme Classificação AISI:

ELEMENTOS DE LIGA BÁSICOS	MICROESTRUTURA	CAP. DE ENDURECIMENTO VIA TRAT. TÉRMICO	QUALIDADES TÍPICAS
Série AISI 4XX (ao cromo)	Martensítica	Endurecível	AISI 416-420 GERDAU 410-416-420C
	Ferrítica	Não Endurecível	AISI 430-430F GERDAU 430
Série AISI 3XX (ao cromo-níquel)	Austenítica	Não Endurecível	AISI 302-303-304-305-316 GERDAU 302-303-304-305-316 Não Estabilizados
		Não Endurecível	AISI 321 (Ti) AISI 347 (Nb) Estabilizados
	Duplex	Não Endurecível	AISI 329



## SELEÇÃO E APLICAÇÃO DE AÇOS INOXIDÁVEIS

Os aços inoxidáveis e resistentes ao calor são largamente utilizados em razão de propriedades tais como: resistência à corrosão, resistência ao calor e ao frio, aparência, pelos valores que apresentam nas suas propriedades físicas, etc... Em consequência, o problema de seleção de um aço para uma aplicação específica é basicamente uma avaliação de propriedades; e a escolha de um tipo particular ocorre após o balanceamento dos valores de propriedades exigidas e o desempenho esperado do produto.

A seleção de um tipo de aço inoxidável e/ou resistente ao calor em função de um dado agente corrosivo ou ambiente, frequentemente é precedida de um estudo de dados comparativos sobre o desempenho do aço e, às vezes, até mesmo de um teste ou trabalho piloto. Uma avaliação geral da efetiva resistência à corrosão dos aços inoxidáveis e resistentes ao calor em diversos ambientes é indicada na tabela a seguir - Resistência à Corrosão Relativa.

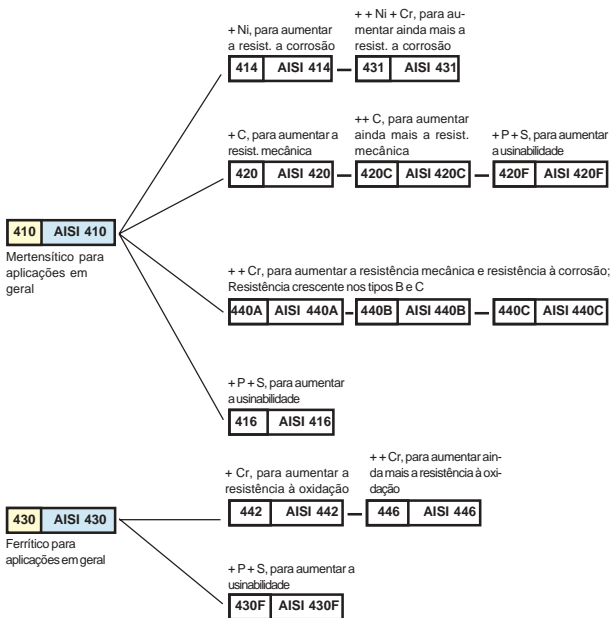
**RESISTÊNCIA À CORROSÃO RELATIVA. (CONFORME NBR 6847/81)**

QUALIDADE	ATMOSFERA BRANDA E	ATMOSFERA		ÁGUA SALGADA	QUÍMICA			
		ÁGUA	INDÚST.		MARINHA	BRANDA	OXIDANTE	REDUT.
416	416	X						
410	410	X				X		
420	420	X						
420C	420	X						
430	430	X	X			X	X	
302	302	X	X			X	X	
303	303	X	X	X		X		
304	304	X	X	X		X	X	
304L	304L	X	X	X		X	X	
316	316	X	X	X	X	X	X	X
316L	316L	X	X	X	X	X	X	X
310	310	X	X	X		X	X	

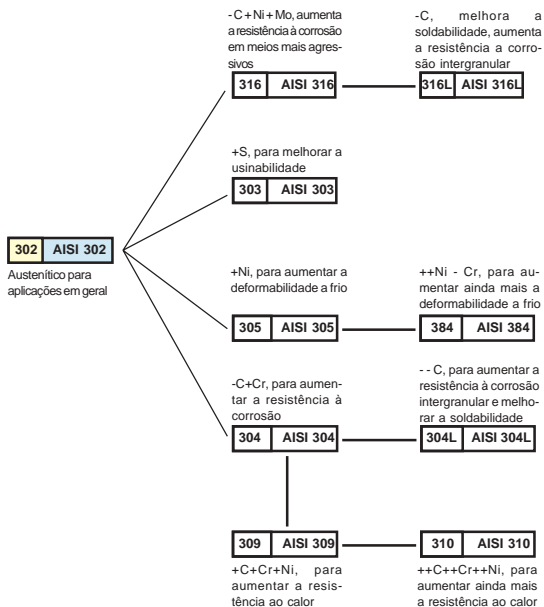
Nota: O "X" indica que um tipo específico pode ser considerado resistente aquele meio corrosivo.

## INFLUÊNCIA DOS ELEMENTOS DE LIGA NOS AÇOS INOXIDÁVEIS

Relativamente à influência dos elementos de liga nas propriedades dos aços inoxidáveis e resistentes ao calor, o quadro esquemático abaixo mostra de modo objetivo, essa influência nos aços martensíticos, ferríticos e austeníticos:



## INFLUÊNCIA DOS ELEMENTOS DE LIGA NOS AÇOS INOXIDÁVEIS



## 7.2 - AÇOS FERRAMENTA

### Introdução e Classificação

Dá-se o nome de aços ferramenta ao conjunto de aços utilizados na fabricação de ferramentas de uso industrial, sejam elas manuais ou mecânicas. São aços de alta qualidade, produzidos sob severas tolerâncias de composição química e propriedades físicas.

Os primeiros aços ferramenta foram aços carbono comuns mas, do início do ano 1868 até bem recentemente no século XX, muitos aços ferramenta complexos, altamente ligados, foram desenvolvidos. Esses aços que contêm, entre outros elementos, relativamente grandes quantidades de tungstênio, molibdênio, vanádio e cromo, possibilitam atender as crescentes exigências de severidade no serviço, obter grande controle dimensional e isenção de trincas durante o tratamento térmico.

### O desempenho de uma ferramenta industrial depende basicamente de:

- um projeto correto;
- grau de precisão adotado na execução;
- uma judiciosa seleção do aço;
- apropriada aplicação de tratamento térmico.

A ferramenta executada com observância dos quatro pontos acima terá desempenho satisfatório em serviço.

### Os aços ferramenta, sob o ponto de vista de aplicação, podem ser classificados em:

- Aços para Trabalho a Frio
- Aços Prata
- Aços para Moldes
- Aços para Trabalho a Quente
- Aços para Trabalho a Frio e a Quente
- Aços Resistentes ao Choque

### AÇOS PARA TRABALHO A FRIO

São aços destinados ao trabalho em temperatura ambiente ou pouco elevado na usinagem, conformação e processamento de metais, madeiras, minerais e outros materiais.

De modo geral suas principais características são alta dureza, tenacidade e resistência à abrasão. Alguns tipos apresentam pequena deformabilidade. Estas propriedades muitas vezes não ocorrem simultaneamente, devendo a escolha do aço levar em consideração a melhor combinação possível caso a caso.

## **AÇOS PRATA**

Esta designação se deve à superfície brilhante, prateada, que estes aços adquirem pelo acabamento superficial de polimento. Combinam alta dureza com grande capacidade de corte. Constituem uma classe especial de aços para trabalho a frio.

Empregados na fabricação de brocas, alargadores, tarrachas, pinos guia, formões, punções, instrumentos de medida.

## **AÇOS PARA MOLDES**

São aços de médio carbono com boas características de usinabilidade, polimento e uniformidade de dureza.

Apresentam média temperabilidade, baixa distorção, baixa resistência ao amolecimento a elevadas temperaturas e alta resistência à descarbonetação.

São especialmente indicados para fabricação de moldes para injeção de plástico e para fundição sob pressão de ligas leves.

## **AÇOS PARA TRABALHO A QUENTE**

São destinados ao trabalho a temperaturas superiores a 200° C, caracterizando-se por apresentar, nas condições de operação, elevada dureza, resistência mecânica e ao desgaste, bem como alta temperabilidade, tenacidade, condutividade, resistência à fadiga e à formação de trincas térmicas.

Estas propriedades são apresentadas por aços ligados especialmente concebidos para estas finalidades.

## **AÇOS PARA TRABALHO A FRIO E QUENTE**

São aços que podem trabalhar a frio ou a quente de acordo com aplicações específicas, como ferramentas para conformação a quente em martelos e prensas, corte, furação e cunhagem a frio, estamparia, mandris e moldes para fundição sob pressão e extrusão de metais leves.

## **AÇOS RESISTENTES AO CHOQUE**

São aços que apresentam uma grande tenacidade e resistência ao choque aliada a uma boa dureza. Alguns são utilizados para trabalho a frio e outros para trabalho a quente.

São utilizados em facas para corte de aços, punções, mandris, talhadeiras, ferramentas para recalque.

## PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS DOS AÇOS FERRAMENTA - TEMPERADOS E REVENDIDOS

Qualidade GERDAU	Têmpera e revenido						Tenacidade	Desempenho		Polimento
	Resistência à descarbonetação	Resposta à Têmpera	Deformação na têmpera	Resistência à trinca	Dureza HRC	Usinabilidade		Resistência ao amolecimento	Resistência ao desgaste	
O1	alta	média	muito baixa	muito baixa	57-62	alta	média	baixa	média	ótimo
D2	média	alta	a muito baixa	muito alta	54-61	baixa	baixa a média	alta	alta a muito alta	bom
D6	média	alta	muito baixa	alta	54-61	baixa	baixa	alta	muito alta	bom
S1	média	média	média	alta	40-58	média	muito alta	média	baixa a média	bom
A2	média	alta	baixa	a mais alta	57-62	média	média	alta	alta	bom
P20	alta	média	a mais baixa	alta	29-34	média a alta	muito alta	baixa	baixa	bom
2714	alta	alta	muito baixa	alta	38-53	média a alta	muito alta	média	média	ótimo
2721	alta	alta	muito baixa	alta	41-59	média a alta	alta	média	média	ótimo
H13	média	alta	muito baixa	a mais alta	38-53	média a alta	muito alta	alta	média	ótimo
H12 2345	média	alta	muito baixa	a mais alta	38-55	média a alta	muito alta	alta	média	ótimo

## PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS DOS AÇOS FERRAMENTA ESFEROIDIZADOS

Qualidade GERDAU	ESFEROIDIZAÇÃO		
	Temperatura base °C	Usinabilidade	Dureza HB
O1	765	45 - 60	183 - 212
D2	875	30 - 40	217 - 255
D6	875	30 - 40	230 - 266
S1	780	60 - 70	192 - 229
A2	860	45 - 60	201 - 240
H13/H12	865	60 - 70	192 - 235

### SELEÇÃO DE UM AÇO FERRAMENTA

A seleção de um aço para ferramenta resulta da combinação entre as condições de trabalho a que a ferramenta estará sujeita e as propriedades do aço escolhido. O método de seleção a seguir exposto baseia-se nas propriedades mais comumente exigidas dos aços para ferramentas, quais sejam:

- resistência ao amolecimento pelo calor;
- indeformabilidade da têmpera;
- resistência ao desgaste (à abrasão);
- resistência ao choque;
- resposta à têmpera;
- usinabilidade;
- tenacidade;
- resistência à trinca;
- resistência à descarbonetação;
- facilidade de polimento.

Sob esses enfoques os aços ferramenta foram distribuídos em um quadro com 12 grupos, guardando os componentes do mesmo grupo uma certa semelhança de propriedades e emprego. A organização do quadro obedeceu a duas hipóteses, a saber:

**1ª. hipótese:** As ferramentas usadas na indústria podem ser agrupadas em quatro tipos básicos:

(Linhas)

- A - ferramentas de máxima resistência à abrasão;
- B - ferramentas de corte em geral (média resistência à abrasão);
- C - matrizes em geral (baixa resistência à abrasão);
- D - ferramentas resistentes ao choque.

**2ª. hipótese:** Cada um dos quatro grupos de ferramentas criados pela primeira hipótese subdivide-se em 3 outros grupos:

(Colunas)

- a - ferramentas em que a deformação na têmpera é fator secundário (trabalho a frio);
- b - ferramentas em que a deformação na têmpera é fator importante (trabalho a frio);
- c - ferramentas em que a resistência ao amolecimento pelo calor e a deformação na têmpera são fatores importantes (trabalho a quente).

Considerando então as duas estradas admissíveis no quadro, será possível localizar o grupo de aços que poderá satisfazer aos requisitos da ferramenta pretendida. A seleção do aço, no grupo, dependerá finalmente, das particularidades de emprego de cada um.

**EXEMPLO:** Escolher um aço para a confecção de uma ferramenta para corte de metal relativamente duro, a frio, por cisalhamento (tesoura) e para grandes lotes de peças.

- o corte de materiais duros e em grandes quantidades exige o uso de aços de grande resistência à abrasão, condição que obriga a entrar na primeira fila do quadro;

- as tesouras para corte de metais, por serem peças longas e delgadas, exigem baixa deformação na têmpera, evitando-se empenamentos excessivos. Fica definida assim a segunda coluna do quadro;

- as duas condições acima nos levam ao grupo de aços: GERDAU A2, D2 e D6, são as qualidades que poderão satisfazer os requisitos da ferramenta procurada;

- a seleção final é feita após avaliação das propriedades de cada tipo entre si e seu ajustamento à situação de trabalho, inclusive o aspecto econômico.

Esta comparação pode ser realizada utilizando os dados constantes da tabela "Propriedades Características dos Aços Ferramenta". No caso presente a combinação nos indica para o GERDAU A2 superiores propriedades em tenacidade e usinabilidade, enquanto os aços GERDAU D2 e D6 apresentam melhores características de resistências ao desgaste, (função de maior teor de carbono e elementos de liga), mas estes últimos oferecem menor resistência a choque além de custo mais alto.

Desnecessário dizer que a experiência do ferramenteiro é de suma importância na escolha do aço a ser utilizado para a ferramenta, bem como a correta condição do tratamento térmico a ser aplicado. Nossa Assistência Técnica poderá, nos casos de dúvidas, prestar assistência nessas questões junto aos nossos clientes.



## QUADRO DE SELEÇÃO PARA AÇOS FERRAMENTA

		TRABALHO A FRIO	TRAB. QUENTE
	COLUNA		
	LINHA		
		DEFORMAÇÃO NA TÊMPERA É FATOR SECUNDÁRIO	DEFORMAÇÃO NA TÊMPERA É FATOR IMPORTANTE
		RESISTÊNCIA A TEMPERATURA E DEFORMAÇÃO NA TÊMPERA É FATOR IMPORTANTE	
FERRAMENTA DE MÁXIMA RESISTÊNCIA À ABRASÃO		W1.13 GERADU 2516	GERDAU - D3 GERDAU - D6 GERDAU - A2
FERRAMENTA DE CORTE GERAL MÉDIA RESISTÊNCIA À ABRASÃO		GERDAU 2067 GERDAU W1.10	GERDAU 01 GERDAU 2714 GERDAU 2721
MATRIZES EM GERAL BAIXA RESIST. À ABRASÃO		GERDAU W1.10	SÉRIE AISI H20 a H26 GERDAU H20
FERRAMENTAS RESISTENTES AO CHOQUE		GERDAU S1	2345 GERDAU H12 GERDAU H13
	RESISTÊNCIA A ABRASÃO CRESCE RESISTÊNCIA AO CHOQUE DECRESCER		
		DECRESCEM: Resistência ao choque e deformação na temperatura CRESCEM: Temperabilidade, custos resistência ao amolec. devido ao calor	

A inexistência em sua linha normal de fabricação de aços GERDAU da série AISI H21 a H26 não significa impossibilidade de fabricação da usina. Havendo real interesse nessas qualidades, bem como em qualquer outro aço ferramenta não abordado neste catálogo, queira consultar nossa Assistência Técnica.



## 8 - ENCAMINHAMENTO DE CONSULTAS E PEDIDOS

Visando facilitar a tramitação de consultas e pedidos, relacionamos os itens que devem ser abordados no encaminhamento do assunto:

- a) Análise do aço, Especificação, Norma.
- b) Dimensão.
- c) Acabamento superficial.
- d) Tratamento térmico.
- e) Quantidade.
- f) Limitações de comprimento (normal, fixo, múltiplo e faixa).
- g) Exigências especiais.
- h) Aplicação.
- i) Outras informações que julgar necessárias.

II

Composição Química  
Aços ABNT  
AISI  
SAE  
ASTM



**GERDAU**

ACOS FINOS PIRATINI



### 1 - AÇOS CONSTRUÇÃO MECÂNICA CARBONO SAE J-403

#### 1.1 - AÇOS CARBONO

SAE/AISI	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%; Cobre: 0,20%

## 1.2 - AÇOS CARBONO COM TEOR DE MANGANÊS ELEVADO

SAE/AISI	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/AISI	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 REFOFORADOS (USINAGEM FÁCIL)

SAE/AISI	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	-



## 2 - AÇOS CONSTRUÇÃO MECÂNICA LIGADOS ABNT/AISI/SAE - J404

SAE/ AISI	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)								
	C	Mn	PMáx.	SMáx.	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	-	0,40-0,80	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	-
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	-	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	1,65-2,00	-	0,20-0,30	-
4820	0,18-0,23	0,50-0,70	0,030	0,040	0,15-0,35	3,25-3,75	-	0,20-0,30	-
50B46 <sup>a</sup>	0,44-0,49	0,75-1,00	0,030	0,040	0,15-0,35	0,20-0,35	-	-	-

(continua)



## 2 - AÇOS CONSTRUÇÃO MECÂNICA LIGADOS ABNT/AISI/SAE - J404

(continuação)

SAE/ AISI	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)								
	C	Mn	PMáx.	SMáx.	Si	Ni	Cr	Mo	V
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 <sup>a</sup>	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	-
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	-	-
9260	0,56-0,64	0,75-1,00	0,035	0,040	1,80-2,20	-	-	-	-

a - Contém Boro: 0,0005 - 0,0030%



## 3.1 - AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS (NÃO TEMPERÁVEIS)

AISI	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)								SAE
	C Máx.	Mn Máx.	Si Máx.	P Máx.	S Máx.	Cr	Ni	Outros Elem.	
201	0,15	5,5 - 7,5	1,00	0,060	0,030	16,00 - 18,00	3,50 - 5,50	N 0,25 máx.	S20100
202	0,15	7,5 - 10,0	1,00	0,060	0,030	17,00 - 19,00	4,00 - 6,00	N 0,25 máx.	S20200
301	0,15	2,00	1,00	0,045	0,030	16,00 - 18,00	6,00 - 8,00	N 0,10 máx.	S30100
302	0,15	2,00	0,75	0,045	0,030	17,00 - 19,00	8,00 - 10,00	N 0,10 máx.	S30200
303	0,15	2,00	1,00	0,200	0,15 mín.	17,00 - 19,00	8,00 - 10,00	Mo 0,60 máx.	S30300
304	0,08	2,00	0,75	0,045	0,030	18,00 - 20,00	8,00 - 10,50	N 0,10 máx.	S30400
304L	0,03	2,00	0,75	0,045	0,030	18,00 - 20,00	8,00 - 12,00	N 0,10 máx.	S30403
305	0,12	2,00	0,75	0,045	0,030	17,00 - 19,00	10,50 - 13,00	-	S30500
308	0,08	2,00	1,00	0,045	0,030	18,00 - 21,00	10,00 - 12,00	-	S30800
309	0,20	2,00	1,00	0,045	0,030	22,00 - 24,00	12,00 - 15,00	-	S30900
309S	0,08	2,00	0,75	0,045	0,030	22,00 - 24,00	12,00 - 15,00	-	S30908
310	0,25	2,00	1,50	0,045	0,030	24,00 - 26,00	19,00 - 22,00	-	S31000
310S	0,08	2,00	1,50	0,045	0,030	24,00 - 26,00	19,00 - 22,00	-	S31008
314	0,25	2,00	1,50 - 3,00	0,045	0,030	23,00 - 26,00	19,00 - 22,00	-	S31400
316	0,08	2,00	0,75	0,045	0,030	16,00 - 18,00	10,00 - 14,00	Mo 2,00 - 3,00	S31600
316L	0,03	2,00	0,75	0,045	0,030	16,00 - 18,00	10,00 - 14,00	Mo 2,00 - 3,00	S31603
317	0,08	2,00	0,75	0,045	0,030	18,00 - 20,00	11,00 - 15,00	Mo 3,00 - 4,00	S31700
347	0,08	2,00	0,75	0,045	0,030	17,00 - 19,00	9,00 - 13,00	Cb 10xC - 1,00 Cb + Ta	S34700
348	0,08	2,00	0,75	0,045	0,030	17,00 - 19,00	9,00 - 13,00	10xC - 1,00; Ta 0,10 máx. Co 0,20	S34800

OBS: L: carbono extra baixo;  
S: carbono baixo

## 3.2 - AÇOS INOXIDÁVEIS MARTENSÍTICOS (TEMPERÁVEIS)

AISI	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)								SAE
	C Máx.	Mn Máx.	Si Máx.	P Máx.	S Máx.	Cr	Ni	Outros Elem.	
403	0,15	1,00	0,50	0,040	0,030	11,50 - 13,00	0,60 máx.	-	S40300
410	0,15	1,00	1,00	0,040	0,030	11,50 - 13,50	0,75 máx.	-	S41000
414	0,15	1,00	1,00	0,040	0,030	11,50 - 13,50	1,25 - 2,50	-	S41400
416	0,15	1,25	1,00	0,060	0,15 mín.	12,00 - 14,00	-	Mo 0,60 máx.	S41600
416Se	0,15	1,25	1,00	0,060	0,060	12,00 - 14,00	-	Se 0,15 mín.	S41623
420	0,15 mín.	1,00	1,00	0,040	0,030	12,00 - 14,00	-	-	S42000
420F	0,15 mín.	1,25	1,25	0,060	0,15 mín.	12,00 - 14,00	-	Mo 0,60 máx.	S42020
420FSe	0,30-0,40	1,25	1,00	0,060	0,060	12,00 - 14,00	-	Se 0,15 mín.	S42023
431	0,20	1,00	1,00	0,040	0,030	15,00 - 17,00	1,25 - 2,50	-	S43100
440A	0,60-0,75	1,00	1,00	0,040	0,030	16,00 - 18,00	-	Mo 0,75 máx.	S44002
440B	0,75-0,95	1,00	1,00	0,040	0,030	16,00 - 18,00	-	Mo 0,75 máx.	S44003
440C	0,95-1,20	1,00	1,00	0,040	0,030	16,00 - 18,00	-	Mo 0,75 máx.	S44004
440F	0,95-1,20	1,25	1,00	0,040	0,10 - 0,35	16,00 - 18,00	0,08	Mo 0,75 máx.	S44020
440FSe	0,95-1,20	1,25	1,00	0,040	0,030	16,00 - 18,00	-	Se 0,15 mín.	S44023
501	0,10 mín.	1,00	1,00	0,040	0,030	4,00 - 6,00	-	Mo 0,40 - 0,65	S50100
502	0,10	1,00	1,00	0,040	0,030	4,00 - 6,00	-	Mo 0,40 - 0,65	S50200



### 3.3 - AÇOS INOXIDÁVEIS FERRÍTICOS (NÃO TEMPERÁVEIS)

AISI	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)								SAE
	C Máx.	Mn Máx.	Si Máx.	P Máx.	S Máx.	Cr	Ni Máx.	Outros Elem.	
405	0,08	1,00	1,00	0,040	0,030	11,50 - 14,50	0,60	Al 0,10 - 0,30	S40500
409	0,08	1,00	1,00	0,045	0,030	10,50 - 11,75	0,50	Ti 6xC mín; 0,75 máx.	S40900
429	0,12	1,00	1,00	0,040	0,030	14,00 - 16,00	-	-	S42900
430	0,12	1,00	1,00	0,040	0,030	16,00 - 18,00	0,75	-	S43000
430 F	0,12	1,25	1,00	0,060	0,15 mín.	16,00 - 18,00	-	Mo 0,60 máx.	S43020
430FSe	0,12	1,25	1,00	0,060	0,060	16,00 - 18,00	-	Se 0,15 mín.	S43023
434	0,12	1,00	1,00	0,040	0,030	16,00 - 18,00	-	Mo 0,75 - 1,25	S43400
436	0,12	1,00	1,00	0,040	0,030	16,00 - 18,00	-	Mo 0,75 - 1,25; Cb + Ta 5xC - 0,70	S43600
442	0,20	1,00	1,00	0,040	0,030	18,00 - 23,00	-	-	S44200
446	0,20	1,50	1,00	0,040	0,030	23,00 - 27,00	0,25	-	S44600



## 4 - AÇOS FERRAMENTA E RÁPIDOS ASTM

### 4.1 - AÇOS FERRAMENTA CARBONO ASTM A 686

Composição Química (%)

Tipo	C		Mn		Si		P		S		Cr		V		W	Mo	Cu	Ni
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	máx.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.
W1	a	a	0,10	0,40	0,10	0,40	0,030	0,030	-	0,15	-	0,10	0,15	0,10	0,20	0,20		
W2	b	b	0,10	0,40	0,10	0,40	0,030	0,030	-	0,15	0,15	0,35	0,15	0,10	0,20	0,20		
W5	1,05	1,15	0,10	0,40	0,10	0,40	0,030	0,030	0,40	0,60	-	0,10	0,15	0,10	0,20	0,20		

a) Faixa de carbono para aço tipo W1 conforme sufixo de identificação.

b) Faixa de carbono para aço tipo W2 conforme sufixo de identificação.

SUFIXO	FAIXA DE CARBONO (%)			
	a		b	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
8	0,80	0,90	-	-
8 1/2	0,85	0,95	0,85	0,95
9	0,90	1,00	0,90	1,00
9 1/2	0,95	1,05	0,95	1,10
10	1,00	1,10	-	-
10 1/2	1,05	1,15	-	-
11	1,10	1,20	-	-
11 1/2	1,15	1,25	-	-
13	-	-	1,30	1,50

4.2 - AÇOS FERRAMENTA LIGADOS ASTM A 681

Composição Química (%)

Tipo	C		Mn		P		S		Si		Cr		V		W		Mo		Outros Elementos
	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	
H10	0,35	0,45	0,20	0,70	0,030	0,030	0,80	1,25	3,00	3,75	0,25	0,75	-	-	2,00	3,00			
H11	0,33	0,43	0,20	0,60	0,030	0,030	0,80	1,25	4,75	5,50	0,30	0,60	-	-	1,10	1,60			
H12	0,30	0,40	0,20	0,60	0,030	0,030	0,80	1,25	4,75	5,50	0,20	0,50	1,00	1,70	1,25	1,75			
H13	0,32	0,45	0,20	0,60	0,030	0,030	0,80	1,25	4,75	5,50	0,80	1,20	-	-	1,10	1,75			
H14	0,35	0,45	0,20	0,60	0,030	0,030	0,80	1,25	4,75	5,50	-	-	4,00	5,25	-	-			
H19	0,32	0,45	0,20	0,50	0,030	0,030	0,15	0,50	4,00	4,75	1,75	2,20	3,75	4,50	0,30	0,55	Co 4,00-4,50		
H21	0,26	0,36	0,15	0,40	0,030	0,030	0,15	0,50	3,00	3,75	0,30	0,60	8,50	10,00	-	-			
H22	0,30	0,40	0,15	0,40	0,030	0,030	0,15	0,40	1,75	3,75	0,25	0,50	10,00	11,75	-	-			
H23	0,25	0,35	0,15	0,40	0,030	0,030	0,15	0,60	11,00	12,75	0,75	1,25	11,00	12,75	-	-			
H24	0,42	0,53	0,15	0,40	0,030	0,030	0,15	0,40	2,50	3,50	0,40	0,60	14,00	16,00	-	-			
H25	0,22	0,32	0,15	0,40	0,030	0,030	0,15	0,40	3,75	4,50	0,40	0,60	14,00	16,00	-	-			
H26	0,45	0,55	0,15	0,40	0,030	0,030	0,15	0,40	3,75	4,50	0,75	1,25	17,25	19,00	-	-			
H41	0,60	0,75	0,15	0,40	0,030	0,030	0,20	0,45	3,50	4,00	1,00	1,30	1,40	2,10	8,20	9,20			
H42	0,55	0,70	0,15	0,40	0,030	0,030	0,20	0,45	3,75	4,50	1,75	2,20	5,50	6,75	4,50	5,50			
H43	0,50	0,65	0,15	0,40	0,030	0,030	0,20	0,45	3,75	4,50	1,80	2,20	-	-	7,75	8,50			
A2	0,95	1,05	0,40	1,00	0,030	0,030	0,10	0,50	4,75	5,50	0,15	0,50	-	-	0,90	1,40			
A3	1,20	1,30	0,40	0,60	0,030	0,030	0,10	0,70	4,75	5,50	0,80	1,40	-	-	0,90	1,40			

(continua)

4.2 - AÇOS FERRAMENTA LIGADOS ASTM A 681

Composição Química (%)

Tipo	C		Mn		P	S	Si		Cr		V		W		Mo		Outros Elementos
	mín.	máx.	mín.	máx.	máx.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	
A4	0,95	1,05	1,80	2,20	0,030	0,030	0,10	0,70	0,90	2,20	-	-	-	-	0,90	1,40	
A5	0,95	1,05	2,80	3,20	0,030	0,030	0,10	0,70	0,90	1,40	-	-	-	-	0,90	1,40	
A6	0,65	0,75	1,80	2,50	0,030	0,030	0,10	0,70	0,90	1,40	-	-	-	-	0,90	1,40	
A7	2,00	2,85	0,20	0,80	0,030	0,030	0,10	0,70	5,00	5,75	3,90	5,15	0,50	1,50	0,90	1,40	
A8	0,50	0,60	0,20	0,50	0,030	0,030	0,75	1,10	4,75	5,50	-	-	1,00	1,50	1,15	1,65	
A9	0,45	0,55	0,20	0,50	0,030	0,030	0,95	1,15	4,75	5,50	0,80	1,40	-	-	1,30	1,80	Ni 1,25-1,75
A10	1,25	1,50	1,60	2,10	0,030	0,030	1,00	1,50	-	-	-	-	-	-	1,25	1,75	Ni 1,55-2,05
D2	1,40	1,60	0,10	0,60	0,030	0,030	0,10	0,60	11,00	13,00	0,50	1,10	-	-	-	-	-
D3	2,00	2,35	0,10	0,60	0,030	0,030	0,10	0,60	11,00	13,50	-	1,00	-	1,00	-	-	-
D4	2,05	2,40	0,10	0,60	0,030	0,030	0,10	0,60	11,00	13,00	0,15	1,00	-	-	0,70	1,20	-
D5	1,40	1,60	0,10	0,60	0,030	0,030	0,10	0,60	11,00	13,00	-	1,00	-	-	-	-	-
D6	2,00	2,25	0,20	0,60	0,030	0,030	0,20	0,40	11,00	13,00	0,15	0,30	0,80	1,25	-	-	-
D7	2,15	2,50	0,10	0,60	0,030	0,030	0,10	0,60	11,50	13,50	3,80	4,40	-	-	0,70	1,20	-
O1	0,85	1,00	1,00	1,40	0,030	0,030	0,10	0,50	0,40	0,70	-	0,30	0,40	0,60	-	-	-
O2	0,85	0,95	1,40	1,80	0,030	0,030	-	0,50	-	0,50	-	0,30	-	-	-	0,30	-
O6	1,25	1,55	0,30	1,10	0,030	0,030	0,55	1,50	-	0,30	-	-	-	-	0,20	0,30	-
O7	1,10	1,30	0,20	1,00	0,030	0,030	0,10	0,60	0,35	0,85	0,15	0,40	1,00	2,00	-	0,30	-
S1	0,40	0,55	0,10	0,40	0,030	0,030	0,15	1,20	1,00	1,80	0,15	0,30	1,50	3,00	-	0,50	-
S2	0,40	0,55	0,30	0,50	0,030	0,030	0,90	1,20	-	-	-	0,50	-	-	0,30	0,60	-
S4	0,50	0,65	0,60	0,95	0,030	0,030	1,75	2,25	0,10	0,50	0,15	0,35	-	-	-	-	-
S5	0,50	0,65	0,60	1,00	0,030	0,030	1,75	2,25	0,10	0,50	0,15	0,35	-	-	0,20	1,35	-

(continua)

4.2 - AÇOS FERRAMENTA LIGADOS ASTM A 681

Composição Química (%)

Tipo	C		Mn		P	S		Si		Cr		V		W		Mo		Outros Elementos			
	mín.	máx.	mín.	máx.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	Mín.	máx.		
S6	0,40	0,50	1,20	1,50	0,030	0,030	2,00	2,50	1,20	1,50	0,20	0,40	-	-	0,30	0,50	-	-	-	-	
S7	0,45	0,55	0,20	0,90	0,030	0,030	0,20	1,00	3,00	3,50	-	0,35	-	-	1,30	1,80	-	-	-	-	
L2	0,45	1,00	0,10	0,90	0,030	0,030	0,10	0,50	0,70	1,20	0,10	0,30	-	-	-	0,25	-	-	-	-	
L3	0,95	1,10	0,25	0,80	0,030	0,030	0,10	0,50	1,30	1,70	0,10	0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	
L6	0,65	0,75	0,25	0,80	0,030	0,030	0,10	0,50	0,60	1,20	-	-	-	-	-	0,50	1,25	2,00	-	-	
F1	0,95	1,25	-	0,50	0,030	0,030	0,10	0,50	-	-	-	-	1,00	1,75	-	-	-	-	-	-	
F2	1,20	1,40	0,10	0,50	0,030	0,030	0,10	0,50	0,20	0,40	-	-	3,00	4,50	-	-	-	-	-	-	
P2	-	0,10	0,10	0,40	0,030	0,030	0,10	0,40	0,75	1,25	-	-	-	-	0,15	0,40	0,10	0,50	-	-	
P3	-	0,10	0,20	0,60	0,030	0,030	0,10	0,40	0,40	0,75	-	-	-	-	-	-	1,00	1,50	-	-	
P4	-	0,12	0,20	0,60	0,030	0,030	0,10	0,40	4,00	5,25	-	-	-	-	0,40	1,00	-	-	-	-	
P5	0,06	0,10	0,20	0,60	0,030	0,030	0,10	0,40	2,00	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35	3,75	
P6	0,05	0,15	0,35	0,70	0,030	0,030	0,10	0,40	1,25	1,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
P20	0,28	0,40	0,60	1,00	0,030	0,030	0,20	0,80	1,40	2,00	-	-	-	-	0,30	0,55	-	-	-	-	
P21*	0,18	0,22	0,20	0,40	0,030	0,030	0,20	0,40	0,20	0,30	0,15	0,25	-	-	-	-	-	-	-	3,90	4,25

\* Contém Alumínio: 1,05 - 1,25%

4.3 - AÇOS RÁPIDOS ASTM A 600

Composição Química (%)

Tipo	C		Mn		P	S	Si		Cr		V		W		Mo		Co		
	mín.	máx.	mín.	máx.			mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.
<b>Aços Rápidos ao Tungstênio</b>																			
T1	0,65	0,80	0,10	0,40	0,03	0,03	0,20	0,40	3,75	4,50	0,90	1,30	17,25	18,75	-	-	-	-	-
T2	0,80	0,90	0,20	0,40	0,03	0,03	0,20	0,40	3,75	4,50	1,80	2,40	17,50	19,00	-	1,00	-	-	-
T4	0,70	0,80	0,10	0,40	0,03	0,03	0,20	0,40	3,75	4,50	0,80	1,20	17,50	19,00	0,40	1,00	4,25	5,75	-
T5	0,75	0,85	0,20	0,40	0,03	0,03	0,20	0,40	3,75	5,00	1,80	2,40	17,50	19,00	0,50	1,25	7,00	9,50	-
T6	0,75	0,85	0,20	0,40	0,03	0,03	0,20	0,40	4,00	4,75	1,50	2,10	18,50	21,00	0,40	1,00	11,00	13,00	-
T8	0,75	0,85	0,20	0,40	0,03	0,03	0,20	0,40	3,75	4,50	1,80	2,40	13,25	14,75	0,40	1,00	4,25	5,75	-
T15	1,50	1,60	0,15	0,40	0,03	0,03	0,15	0,40	3,75	5,00	4,50	5,25	11,75	13,00	-	1,00	4,75	5,25	-
<b>Aços Rápidos ao Molibdênio</b>																			
M1	0,78	0,88	0,15	0,40	0,03	0,03	0,20	0,50	3,50	4,00	1,00	1,35	1,40	2,10	8,20	9,20	-	-	-
M2 (C Normal)	0,78	0,88	0,15	0,40	0,03	0,03	0,20	0,45	3,75	4,50	1,75	2,20	5,50	6,75	4,50	5,50	-	-	-
M2 (C Alto)	0,95	1,05	0,15	0,40	0,03	0,03	0,20	0,45	3,75	4,50	1,75	2,20	5,50	6,75	4,50	5,50	-	-	-
M3 (Classe 1)	1,00	1,10	0,15	0,40	0,03	0,03	0,20	0,45	3,75	4,50	2,25	2,75	5,00	6,75	4,75	6,50	-	-	-
M3 (Classe 2)	1,15	1,25	0,15	0,40	0,03	0,03	0,20	0,45	3,75	4,50	2,75	3,25	5,00	6,75	4,75	6,50	-	-	-
M4	1,25	1,40	0,15	0,40	0,03	0,03	0,20	0,45	3,75	4,75	3,75	4,50	5,25	6,50	4,25	5,50	-	-	-
M6	0,75	0,85	0,15	0,40	0,03	0,03	0,20	0,45	3,75	4,50	1,30	1,70	3,75	4,75	4,50	5,50	11,00	13,00	-
M7	0,97	1,05	0,15	0,40	0,03	0,03	0,20	0,55	3,50	4,00	1,75	2,25	1,40	2,10	8,20	9,20	-	-	-
M10 (C Normal)	0,84	0,94	0,10	0,40	0,03	0,03	0,20	0,45	3,75	4,50	1,80	2,20	-	-	7,75	8,50	-	-	-
M10 (C Alto)	0,95	1,05	0,10	0,40	0,03	0,03	0,20	0,45	3,75	4,50	1,80	2,20	-	-	7,75	8,50	-	-	-
M30	0,75	0,85	0,15	0,40	0,03	0,03	0,20	0,45	3,50	4,25	1,00	1,40	1,30	2,30	7,75	9,00	4,50	5,50	-
M33	0,85	0,92	0,15	0,40	0,03	0,03	0,15	0,50	3,50	4,00	1,00	1,35	1,30	2,10	9,00	10,00	7,75	8,75	-
M34	0,85	0,92	0,15	0,40	0,03	0,03	0,20	0,45	3,50	4,00	1,90	2,30	1,40	2,10	7,75	9,20	7,75	8,75	-
M36	0,80	0,90	0,15	0,40	0,03	0,03	0,20	0,45	3,75	4,50	1,75	2,25	5,50	6,50	4,50	5,50	7,75	8,75	-
M41	1,05	1,15	0,20	0,60	0,03	0,03	0,15	0,50	3,75	4,50	1,75	2,25	6,25	7,00	3,25	4,25	4,75	5,75	-
M42	1,05	1,15	0,15	0,40	0,03	0,03	0,15	0,65	3,50	4,25	0,95	1,35	1,15	1,85	9,00	10,00	7,75	8,75	-
M43	1,15	1,25	0,20	0,40	0,03	0,03	0,15	0,65	3,50	4,25	1,50	1,75	2,25	3,00	7,50	8,50	7,75	8,75	-
M44	1,10	1,20	0,20	0,40	0,03	0,03	0,30	0,55	4,00	4,75	1,85	2,20	5,00	5,75	6,00	7,00	11,00	12,25	-
M46	1,22	1,30	0,20	0,40	0,03	0,03	0,40	0,65	3,70	4,20	3,00	3,30	1,90	2,20	8,00	8,50	7,80	8,80	-
M47	1,05	1,15	0,15	0,40	0,03	0,03	0,20	0,45	3,50	4,00	1,15	1,35	1,30	1,80	9,25	10,00	4,75	5,25	-



III  
Composição Química  
Aços DIN



**GERDAU**  
AÇOS FINOS PIRATINI



## 1 - AÇOS DE USINAGEM FÁCIL DIN EN 10087

DIN		Composição Química (%)(1)					
Símbolo	W Nr	C	Si	Mn	PMáx.	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 (%) <sup>(1)</sup>								
Símbolo	WNr	C	Si	Mn	PMáx.	SMáx.	Cr	Mo	Ni	V
<b>Aços de Qualidade</b>										
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	-
<b>Aços Especiais</b>										
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
<b>Aços com Faixa de Enxofre Garantida</b>										
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.:

- Estes elementos residuais não especificados acima são aceitos com os seguintes teores máximos: Cr 0,20% Máx., Ni 0,25% Máx., Mo 0,06% Máx., Cu 0,35% Máx.
- O emprego destes aços deve ser considerado somente para fins especiais.
- Cr + Mo + Ni < 0,63





### 3 - AÇOS PARA CEMENTAÇÃO DIN EN 10084

DIN		Composição Química (%) <sup>(1)(2)</sup>							
Símbolo	WNr	C	Si	Mn	P.Máx	S.Máx	Cr	Mo	Ni
<b>Aços Especiais</b>									
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 1654

DIN		Composição Química (%) <sup>(1)</sup>								
Símbolo	WNr	C	Si (2)	Mn	P.Máx	S.Máx	Cr	Mo	Ni	B
<b>Aços sem Boro</b>										
Cq15	1.1132	0,12/0,18	<0,40	0,30/0,60	0,035	0,035	-	-	-	-
Cq22	1.1152	0,17/0,24	<0,40	0,30/0,60	0,035	0,035	-	-	-	-
Cq35	1.1172	0,32/0,39	<0,40	0,50/0,80	0,035	0,035	-	-	-	-
Cq45	1.1192	0,42/0,50	<0,40	0,50/0,80	0,035	0,035	-	-	-	-
17Cr3	1.7016	0,14/0,20	<0,40	0,40/0,70	0,035	0,035	0,60/0,90	-	-	-
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(3)	-	-	-
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	-	-	-
16MnCr5	1.7131	0,14/0,19	<0,40	1,00/1,30	0,035	0,035	0,80/1,10	-	-	-
20MoCr4	1.7321	0,17/0,22	<0,40	0,70/1,00	0,035	0,035	0,30/0,60	0,40/0,50	-	-
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	-	-
21NiCrMo2	1.6523	0,17/0,23	<0,40	0,65/0,95	0,035	0,035	0,40/0,70	0,15/0,25	0,40/0,70	-
15CrNi6	1.5919	0,14/0,19	<0,40	0,40/0,60	0,035	0,035	1,40/1,70	-	1,40/1,70	-
34CrNiMo6	1.6582	0,30/0,38	<0,40	0,40/0,70	0,035	0,035	1,40/1,70	0,15/0,30	1,40/1,70	-
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	-
<b>Aços com Boro (4)</b>										
22B2	1.5508	0,19/0,25	<0,40	0,50/0,80	0,035	0,035	-	-	-	0,0008/0,005
28B2	1.5510	0,25/0,32	<0,40	0,50/0,80	0,035	0,035	-	-	-	0,0008/0,005
35B2	1.5511	0,32/0,40	<0,40	0,50/0,80	0,035	0,035	-	-	-	0,0008/0,005

OBS.:

1) Elementos residuais, não especificados acima, são aceitos com os seguintes teores máximos:

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

2) De comum acordo poderão ser acertados teores menores de silício e nesse caso levar-se-ão em conta os efeitos do mesmo sobre as propriedades que se queriam manter, por exemplo, a temperabilidade.

3) No pedido poderá acertar-se um teor de Cr de 0,50/0,70%.

4) Os valores indicados são provisórios.



## 5 - AÇOS INOXIDÁVEIS DIN 17440

DIN		Composição Química (%) <sup>(1)</sup>						
Símbolo	W Nr	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Outros
<b>Aços Inoxidáveis Austeníticos</b>								
X8CrNiS18-9	1.4305	<0,10	1,00	2,00	17,0/19,0	-	8,0/10,0	S 0,15/0,35
X5CrNi18-10	1.4301	<0,07	1,00	2,00	17,0/19,5	(2)	8,5/10,5	Cu <1,00
X5CrNi18-12	1.4303	<0,06	1,00	2,00	17,0/19,0	(2)	11,0/13,0	-
X2CrNi19-11	1.4306	<0,03	1,00	2,00	18,0/20,0	(2)	10,0/12,0	-
X6CrNiTi18-10	1.4541	<0,08	1,00	2,00	17,0/19,0	(2)	9,0/12,0	Ti 5xC - 0,70
X6CrNiNb18-10	1.4550	<0,08	1,00	2,00	17,0/19,0	(2)	9,0/12,0	Nb 10xC - 1,00
X5CrNiMo17-12-2	1.4401	<0,07	1,00	2,00	16,5/18,5	2,0/2,5	10,0/13,0	-
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	<0,03	1,00	2,00	16,5/18,5	2,0/2,5	10,0/13,0	-
XCrNiMoTi17-12-2	1.4571	<0,08	1,00	2,00	16,5/18,5	2,0/2,5	10,5/13,5	Ti 5xC - 0,70
X6CrNiMoNb17-12-2	1.4580	<0,08	1,00	2,00	16,5/18,5	2,0/2,5	10,5/13,5	Nb 10xC - 1,00
X3CrNiMo17-13-3	1.4436	<0,05	1,00	2,00	16,5/18,5	2,5/3,0	10,5/13,0	-
X2CrNiMo18-14-3	1.4435	<0,03	1,00	2,00	17,0/19,0	2,5/3,0	12,5/15,0	-
X2CrNiMo18-15-4	1.4438	<0,03	1,00	2,00	17,5/19,5	3,0/4,0	13,0/16,0	-
X2CrNiN18-10	1.4311	<0,03	1,00	2,00	17,0/19,5	-	8,5/11,5	N 0,12/0,22 (3)
X2CrNiMoN17-11-2	1.4406	<0,03	1,00	2,00	16,5/18,5	2,0/2,5	10,0/12,0	N 0,12/0,22 (3)
X2CrNiMoN17-13-3	1.4429	<0,03	1,00	2,00	16,5/18,5	2,5/3,0	11,0/14,0	N 0,14/0,22 (3)
<b>Aços Inoxidáveis Ferríticos e Martensíticos</b>								
X6Cr13	1.4000	<0,08	1,00	1,00	12,0/14,0	-	-	-
X6CrAl13	1.4002	<0,08	1,00	1,00	12,0/14,0	-	-	Al 0,10/0,30
X12Cr13	1.4006	0,08/0,15	1,00	1,50	11,5/13,5	-	<0,75	-
X15Cr13	1.4024	0,12/0,17	1,00	1,00	12,0/14,0	-	-	-
X20Cr13	1.4021	0,16/0,25	1,00	1,50	12,0/14,0	-	-	-
X46Cr13	1.4034	0,43/0,50	1,00	1,00	12,5/14,5	-	-	-
X50CrMoV15	1.4116	0,45/0,55	1,00	1,00	14,0/15,0	0,50/0,80	-	V 0,10/0,20
X6Cr17	1.4016	<0,08	1,00	1,00	16,0/18,0	-	-	-
X3CrTi17	1.4510	<0,05	1,00	1,00	16,0/18,0	-	-	Ti 7xC - 1,2
X6CrNb17	1.4511	<0,05	1,00	1,00	16,0/18,0	-	-	Nb 12xC - 1,2
X6CrMo17-1	1.4113	<0,08	1,00	1,00	16,0/18,0	0,9/1,3	-	-
X14CrMoS17	1.4104	0,10/0,17	1,00	1,50	15,5/17,5	0,2/0,6	-	S 0,15/0,35
X20CrNi17	1.4057	0,12/0,22	1,00	1,50	15,0/17,0	-	1,5/2,5	-

OBS.:

1) Salvo indicação em contrário, teor máx. P 0,045% e teor máx. S 0,030%.

2) O limite do teor de residual de Mo deverá ser estabelecido entre fornecedor e consumidor.

3) Desde que sejam atendidas as propriedades mecânicas o teor de Nitrogênio pode ser inferior a 0,02% em peso.

**6.1 - AÇOS PARA TRABALHO A FRIO TEMPERÁVEIS EM ÁGUA**

DIN	Composição Química (%)						
	WNR	C	Si	Mn	P máx	S máx	
C45 W	1.1730	0,40 / 0,50	0,15 / 0,40	0,60 / 0,80	0,035	0,035	
C60 W	1.1740	0,55 / 0,65	0,15 / 0,40	0,60 / 0,80	0,035	0,035	
C70 W2	1.1620	0,65 / 0,74	0,10 / 0,30	0,10 / 0,35	0,030	0,030	
C80 W1	1.1625	0,75 / 0,85	0,10 / 0,25	0,10 / 0,25	0,020	0,020	
C85 W	1.1630	0,80 / 0,90	0,25 / 0,40	0,50 / 0,70	0,025	0,020	
C105 W1	1.1545	1,00 / 1,10	0,10 / 0,25	0,10 / 0,25	0,020	0,020	

**6.2 - AÇOS PARA TRABALHO A FRIO TEMPERÁVEIS A ÓLEO**

DIN	Composição Química % (1)										
	WNR	C	Si	Mn	P máx	S máx	Cr	Mo	Ni	V	W
X210CrW12	1.2436	2,00/2,25	0,10/0,40	0,15/0,45	0,030	0,030	11,00/12,00	-	-	-	0,60/0,80
(X210Cr12)	(1.2080)	1,90/2,20	0,10/0,40	0,15/0,45	0,030	0,030	11,00/12,00	-	-	-	-
(X165CrMoV12)	(1.2601)	1,59/1,75	0,25/0,40	0,20/0,40	0,030	0,030	11,00/12,00	0,50/0,70	-	0,10/0,50	0,40/0,60
X155CrVMo12 1	1.2379	1,50/1,60	0,10/0,40	0,15/0,45	0,030	0,030	11,00/12,00	0,60/0,80	-	0,90/1,10	-
115CrV3	1.2210	1,10/1,25	0,15/0,30	0,20/0,40	0,030	0,030	0,50/0,80	-	-	0,07/0,12	-
100Cr6	1.2067	0,95/1,10	0,15/0,35	0,25/0,45	0,030	0,030	1,35/1,65	-	-	-	-
145V33	1.2838	1,40/1,50	0,20/0,35	0,30/0,50	0,030	0,030	-	-	-	3,00/3,50	-
21MnCr5	1.2162	0,18/0,24	0,15/0,35	1,10/1,40	0,030	0,030	1,00/1,30	-	-	-	-
90MnCrV8	1.2842	0,85/0,95	0,10/0,40	1,90/2,10	0,030	0,030	0,20/0,50	-	-	-	-
105WCr6	1.2419	1,00/1,10	0,10/0,40	0,80/1,10	0,030	0,030	0,90/1,10	-	-	0,05/0,15	-
60WCrV7	1.2550	0,55/0,65	0,50/0,70	0,15/0,45	0,030	0,030	0,90/1,20	-	-	0,10/0,20	-
X45NiCrMo4	1.2767	0,40/0,50	0,10/0,40	0,15/0,45	0,030	0,030	1,20/1,50	0,15/0,35	3,80/4,30	-	-
X19NiCrMo4	1.2764	0,16/0,22	0,10/0,40	0,15/0,45	0,030	0,030	1,10/1,40	0,15/0,25	3,80/4,30	-	-
X36CrMo17	1.2316	0,33/0,43	máx. 1,00	máx. 1,00	0,030	0,030	15,00/17,00	1,00/1,30	máx. 1,00	-	-
40CrMnMoS8-6	1.2312	0,35/0,45	0,30/0,50	1,40/1,60	0,030	0,05/0,10	1,80/2,00	0,15/0,25	-	-	-

OBS.: 1) Os valores máximos de P e S são 0,030%.

### 6.3 - AÇOS PARA TRABALHAR A FRIO E A QUENTE

DIN		Composição Química (%) <sup>(1)</sup>						
Símbolo	WNr	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V
55NiCrMoV6	1.2713	0,50/0,60	0,10/0,40	0,65/0,95	0,60/0,80	0,25/0,35	1,50/1,80	0,07/0,12
56NiCrMoV7	1.2714	0,50/0,60	0,10/0,40	0,65/0,95	1,00/1,20	0,45/0,55	1,50/1,80	0,07/0,12
X38CrMoV5-1	1.2343	0,36/0,42	0,90/1,20	0,30/0,50	4,80/5,50	1,10/1,40	-	0,25/0,50
X40CrMoV5-1	1.2344	0,37/0,43	0,90/1,20	0,30/0,50	4,80/5,50	1,20/1,50	-	0,90/1,10
X32CrMoV3-3	1.2365	0,28/0,35	0,10/0,40	0,15/0,45	2,70/3,20	3,00/5,60	-	0,40/0,70

OBS.: 1) Os valores máximos de P e S são 0,030%.

### 6.4 - AÇOS RÁPIDOS

DIN		Composição Química (%) <sup>(1)</sup>					
Símbolo	WNr	C	Co	Cr	Mo	V	W
S 6-5-2	1.3343	0,86/0,94	-	3,80/4,50	4,70/5,20	1,70/2,00	6,00/6,70
SC 6-5-2	1.3342	0,95/1,05	-	3,80/4,50	4,70/5,20	1,70/2,00	6,00/6,70
S 6-5-3	1.3344	1,17/1,27	-	3,80/4,50	4,70/5,20	2,70/3,20	6,00/6,70
S 6-5-2-5	1.3243	0,88/0,96	4,50/5,00	3,80/4,50	4,70/5,20	1,70/2,00	6,00/6,70
S 7-4-2-5	1.3246	1,05/1,15	4,80/5,20	3,80/4,50	3,60/4,00	1,70/1,90	6,60/7,10
S 10-4-3-10	1.3207	1,20/1,35	9,50/10,50	3,80/4,50	3,20/3,90	3,00/3,50	9,00/10,00
S 12-1-4-5	1.3202	1,30/1,45	4,50/5,00	3,80/4,50	0,70/1,00	3,50/4,00	11,50/12,50
S 18-1-2-5	1.3255	0,75/0,83	4,50/5,00	3,80/4,50	0,50/0,80	1,40/1,70	17,50/18,50
S 2-10-1-8	1.3247	1,05/1,12	7,50/8,50	3,60/4,40	9,00/10,00	1,00/1,30	1,20/1,80

OBS.:

1) Os valores limites para os elementos Si, Mn, P e S são:

Si < 0,45% Mn < 0,40% P < 0,030% S < 0,030%

### 6.5 - AÇOS PARA APLICAÇÕES ESPECIAIS

DIN		Composição Química (%) <sup>(1)</sup>						
Símbolo	WNr	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W
75Cr1	1.2003	0,70/0,80	0,25/0,50	0,60/0,80	0,30/0,40	-	-	-
62SiMnCr4	1.2101	0,58/0,66	0,90/1,20	0,90/1,20	0,40/0,70	-	-	-
31CrV3	1.2208	0,28/0,35	0,25/0,40	0,40/0,60	0,40/0,70	-	0,07/0,12	-
80CrV2	1.2235	0,75/0,85	0,25/0,40	0,30/0,50	0,40/0,70	-	0,15/0,25	-
51CrV4	1.2241	0,47/0,55	0,15/0,35	0,80/1,10	0,90/1,20	-	0,10/0,20	-
48CrMoV6-7	1.2323	0,40/0,50	0,15/0,35	0,60/0,90	1,30/1,60	0,65/0,85	0,25/0,35	-
45CrMoV7	1.2328	0,42/0,47	0,20/0,30	0,85/1,00	1,70/1,90	0,25/0,30	aprox.0,05	-
X96CrMoV12	1.2376	0,92/1,00	0,20/0,40	0,20/0,40	11,00/12,00	0,80/1,00	0,80/1,00	-
110WCrV5	1.2519	1,05/1,15	0,15/0,30	0,20/0,40	1,10/1,30	-	0,15/0,25	1,20/1,40
60MnSiCr4	1.2826	0,58/0,65	0,80/1,00	0,80/1,20	0,20/0,40	-	-	-
S 3-3-2	1.3333	0,95/1,03	máx. 0,45	máx. 0,40	3,80/4,50	2,50/2,80	2,20/2,50	2,70/3,00
S 2-9-2	1.3348	0,97/1,07	máx. 0,45	máx. 0,40	3,50/4,20	8,00/9,20	1,80/2,20	1,50/2,00

OBS.: 1) Os valores máximos de P e S são 0,030%.



IV

## Tolerância para Análise de Verificação

Plano de  
Alumínio  
←



**GERDAU**  
AÇOS FINOS PIRATINI



## 1 - CONFORME NORMAS ABNT/AISI/SAE

## 1.1 - 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 J 409.

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<650 cm <sup>2</sup>	Produtos semi-acabados para forjaria		
			S > 650 cm <sup>2</sup> a S < 1290 cm <sup>2</sup>	S > 1290 cm <sup>2</sup> a S < 2580 cm <sup>2</sup>	S > 2580 cm <sup>2</sup> a S < 5160 cm <sup>2</sup>
C	C < 0,25	0,02	0,03	0,04	0,05
	0,25 < C < 0,55	0,03	0,04	0,05	0,06
	0,55 < C	0,04	0,05	0,06	0,07
Mn	Mn < 0,90	0,03	0,04	0,06	0,07
	0,90 < Mn < 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 < 0,35	0,02	0,02	0,03	0,04
	0,35 < Si < 0,60	0,05	-	-	-
Cu	Somente abaixo do mínimo para aços com liga de cobre	0,02	0,03	-	-
Pb(*)	0,15 < Pb < 0,35	0,03	0,03	-	-

OBS.:

- (\*) 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.



## 1.2-AÇOS CONSTRUÇÃO MECÂNICA LIGADOS

Variações permissíveis nas faixas e limites de composição química especificadas para aços ligados conforme SAE J 409.

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 < 650 cm <sup>2</sup>	Produtos semi-acabados para forjaria		
			S > 650 cm <sup>2</sup> a S < 1290 cm <sup>2</sup>	S > 1290 cm <sup>2</sup> a S < 2580 cm <sup>2</sup>	S > 2580 cm <sup>2</sup> a S < 5160 cm <sup>2</sup>
C	C < 0,30	0,01	0,02	0,03	0,04
	0,30 < C < 0,75	0,02	0,03	0,04	0,05
	0,75 < C	0,03	0,04	0,05	0,06
Mn	Mn < 0,90	0,03	0,04	0,05	0,06
	0,90 < Mn < 2,10	0,04	0,05	0,06	0,07
P	Somente acima máx.	0,005	0,010	0,010	0,010
S	S < 0,060(a)	0,005	0,010	0,010	0,010
	Si < 0,40	0,02	0,02	0,03	0,04
Si	0,40 < Si < 2,20	0,05	0,06	0,06	0,07
	Ni < 1,00	0,03	0,03	0,03	0,03
	1,00 < Ni < 2,00	0,05	0,05	0,05	0,05
Ni	2,00 < Ni < 5,30	0,07	0,07	0,07	0,07
	5,30 < Ni < 10,00	0,10	0,10	0,10	0,10
	Cr < 0,90	0,03	0,04	0,04	0,05
Cr	0,90 < Cr < 2,10	0,05	0,06	0,06	0,07
	2,10 < Cr < 3,99	0,10	0,10	0,12	0,14
	Mo < 0,20	0,01	0,01	0,02	0,03
Mo	0,20 < Mo < 0,40	0,02	0,03	0,03	0,04
	0,40 < Mo < 1,15	0,03	0,04	0,05	0,06
W	W < 1,00	0,04	0,05	0,05	0,06
	1,00 < W < 4,00	0,08	0,09	0,10	0,12
V	V < 0,10	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,10 < V < 0,25	0,02	0,02	0,02	0,02
	0,25 < V < 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 (b)	Al < 0,10	0,03	-	-	-
	0,10 < Al < 0,20	0,04	-	-	-
	0,20 < Al < 0,30	0,05	-	-	-
	0,30 < Al < 0,80	0,07	-	-	-
	0,80 < Al < 1,80	0,10	-	-	-
Pb (b)	0,15 < Pb < 0,35	0,03 (c)	-	-	-
	Cu < 1,00	0,03	-	-	-
Cu (b)	1,00 < Cu < 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 650 cm<sup>2</sup> 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.

### 1.3 - AÇOS INOXIDÁVEIS

Variações permissíveis nas faixas e limites de composição química especificados para aços inoxidáveis, conforme SAE J 409.

Elemento	Limite ou máximo da faixa especificada %	Var. permissíveis % acima limite superior ou abaixo limite inferior
Carbono	$C < 0,010$	0,002
	$0,010 < C < 0,030$	0,005
	$0,030 < C < 0,20$	0,01
	$0,20 < C < 0,60$	0,02
	$0,60 < C < 1,20$	0,03
Manganês	$Mn < 1,00$	0,03
	$1,00 < Mn < 3,00$	0,04
	$3,00 < Mn < 6,00$	0,05
	$6,00 < Mn < 10,00$	0,06
	$10,00 < Mn < 15,00$	0,10
	$15,00 < Mn < 20,00$	0,15
Fósforo	$P < 0,40$	0,005
	$0,040 < P < 0,20$	0,010
Enxofre	$S < 0,040$	0,005
	$0,040 < S < 0,20$	0,010
	$0,20 < S < 0,50$	0,020
Silício	$Si < 1,00$	0,05
	$1,00 < Si < 3,00$	0,10
Cromo	$4,00 < Cr < 10,00$	0,10
	$10,00 < Cr < 15,00$	0,15
	$15,00 < Cr < 20,00$	0,20
	$20,00 < Cr < 30,00$	0,25
Níquel	$Ni < 1,00$	0,03
	$1,00 < Ni < 5,00$	0,07
	$5,00 < Ni < 10,00$	0,10
	$10,00 < Ni < 20,00$	0,15
	$20,00 < Ni < 22,00$	0,20
Molibdênio	$0,20 < Mo < 0,60$	0,03
	$0,60 < Mo < 2,00$	0,05
	$2,00 < Mo < 7,00$	0,10
Titânio	$Ti < 1,00$	0,05
	$1,00 < Ti < 3,00$	0,07
Nióbio e Tântalo	Para todos os teores	0,05
Tântalo	$Ta < 0,10$	0,02
Cobalto	$0,05 < Co < 0,50$	0,01
	$0,50 < Co < 0,20$	0,02
	$2,00 < Co < 5,00$	0,05

### 1.3 - AÇOS INOXIDÁVEIS (CONT.)

Elemento	Limite ou máximo da faixa especificada %	Var. permissíveis % acima limite superior ou abaixo limite inferior
Alumínio	Al < 0,15	-0,005 + 0,01
	0,15 < Al < 0,50	0,05
	0,50 < Al < 2,00	0,10
Selênio	Para todos os teores	0,03
Nitrogênio	N < 0,02	0,005
	0,02 < N < 0,19	0,01
	0,19 < N < 0,25	0,02
	0,25 < N < 0,35	0,03
	0,35 < N < 0,45	0,04
Tungstênio	W < 1,00	0,03
	1,00 < W < 2,0	0,05
Vanádio	V < 0,50	0,03
	0,50 < V < 1,50	0,05



## 2 - CONFORME NORMAS DIN

### 2.1 - AÇOS PARA BENEFICIAMENTO (1) DIN EN 10083

Elemento	Teor (2)	Varição (3)
C	< 0,55	+ 0,02
	> 0,55 < 0,65	+ 0,03
Si	< 0,40	+ 0,03
Mn	< 1,00	+ 0,04
	> 1,00 < 1,65	+ 0,05
P	< 0,035	+ 0,005
S	< 0,040	+ 0,005
Cr	< 2,00	+ 0,05
	> 2,00 < 2,70	+ 0,10
Mo	< 0,30	+ 0,03
	> 0,30 < 0,50	+ 0,04
Ni	< 2,00	+ 0,05
	> 2,00 < 2,20	+ 0,07
V	< 0,25	+ 0,02

OBS.:

- 1) Válida para seções até 10.000 mm<sup>2</sup> em aços carbono e até 62.500 mm<sup>2</sup> em aços ligados.
- 2) Teor admissível na análise de panela, expresso em % de peso.
- 3) Diferença permitida entre resultados de análise ao acaso e os valores limites da análise de panela em %. Em uma mesma corrida, o teor de um mesmo elemento, encontrado em várias análises ao acaso poderá situar-se somente abaixo ou somente acima dos limites da faixa de análise química de panela especificada.

## 2.2 - AÇOS PARA CEMENTAÇÃO (1) DIN EN 10084

Elemento	Teor (2)	Varição (3)
C	< 0,31	+ 0,02
Si	< 0,40	+ 0,03
Mn	< 1,00	+ 0,04
	> 1,00 < 1,40	+ 0,05
P	< 0,035	+ 0,005
S	< 0,040	+ 0,005
Cr	< 1,80	± 0,05
Mo	< 0,30	+ 0,03
	> 0,30 < 0,50	+ 0,04
Ni	< 2,00	+ 0,05
	> 2,00 < 3,50	+ 0,07
B	< 0,0050	± 0,0005

OBS.:

- 1) Válida para seções até 10.000 mm<sup>2</sup> em aços carbono e até 62.500 mm<sup>2</sup> em aços ligados.
- 2) Teor admissível na análise de panela, expresso em % de peso.
- 3) Diferença permitida entre resultados de análise ao acaso e os valores limites da análise de panela em %. Em uma mesma corrida, o teor de um mesmo elemento, encontrado em várias análises ao acaso poderá situar-se somente abaixo ou somente acima dos limites da faixa de análise química de panela especificada.

## 2.3 - AÇOS DE USINAGEM FÁCIL DIN 1651 (1)

Elemento	Teor (2)	Varição (3)
C	< 0,30	± 0,020
	> 0,30 < 0,50	± 0,030
Si	< 0,05	+ 0,010
	> 0,05 < 0,40	+ 0,030
Mn	< 1,00	± 0,040
	> 1,00 < 1,70	± 0,060
P	< 0,060	+ 0,008
	> 0,060 < 0,110	+ 0,020
S	< 0,33	± 0,030
	> 0,33 < 0,40	± 0,040
Pb	< 0,35	+ 0,030
		- 0,020

OBS.:

- 1) Válido para seções até 10.000 mm<sup>2</sup>.
- 2) Teor admissível na análise de panela, expresso em % de peso.
- 3) Diferença permitida entre resultados de análise ao acaso e os valores limites da análise de panela em %. Em uma mesma corrida, o teor de um mesmo elemento, encontrado em várias análises ao acaso, poderá situar-se somente abaixo ou somente acima dos limites da faixa de análise química de panela especificada.
- 4) Estes valores se aplicam para análise de produto.

## 2.4 - AÇOS PARA CONFORMAÇÃO A FRIO - AÇOS TEMPERADOS E REVENIDOS (1) DIN 1654

Elemento	Teor (2)	Varição (3)
C	< 0,50	+ 0,02
Si	< 0,40	+ 0,03
Mn	< 1,00	+ 0,04
	> 1,00 < 1,15	± 0,05
P	< 0,035	+ 0,005
S	< 0,035	+ 0,005
Cr	< 2,00	+ 0,05
	> 2,00 < 2,20	+ 0,10
Mo	< 0,30	+ 0,03
	> 0,30 < 0,50	+ 0,04
Ni	> 1,00 < 2,00	+ 0,05
	> 2,00 < 2,20	+ 0,07

## AÇOS PARA CONFORMAÇÃO A FRIO - AÇOS CEMENTADOS (1) DIN 1654

Elemento	Teor (2)	Varição (3)
C	< 0,23	+ 0,02
Si	< 0,40	+ 0,03
Mn	< 1,00	+ 0,04
	> 1,00 < 1,30	+ 0,05
P	< 0,035	+ 0,005
S	< 0,035	+ 0,005
Cr	< 1,70	+ 0,05
Mo	< 0,30	+ 0,03
	> 0,30 < 0,50	+ 0,04
Ni	< 1,00	+ 0,03
	> 1,00 < 1,70	+ 0,05

OBS.:

- 1) Válido somente para diâmetro < 100 mm.
- 2) Teor admissível na análise de panela, expresso em % de peso.
- 3) Diferença permitida entre resultados de análises ao acaso e os valores limites da análise de panela em %. Em uma mesma corrida, o teor de um mesmo elemento encontrado em várias análises ao acaso, poderá situar-se somente abaixo ou somente acima dos limites da faixa de análise química de panela especificada.

## 2.5 - AÇOS INOXIDÁVEIS (1) DIN 17440

Elemento	Teor (2)	Varição (3)
C	< 0,030	+ 0,005
	0,030 < 0,20	+ 0,01
	> 0,20 < 0,50	+ 0,02
Si	< 1,00	+ 0,05
Mn	< 1,00	+ 0,03
	> 1,00 < 2,00	+ 0,04
P	< 0,045	+ 0,005
S	< 0,030	+ 0,005
	> 0,15 < 0,35	+ 0,020
N	< 0,22	+ 0,01
Al	< 0,30	+ 0,05
Cr	> 11,50 < 15,00	+ 0,15
	> 15,00 < 20,00	+ 0,20
Mo	< 0,60	+ 0,03
	> 0,60 < 1,75	+ 0,05
	> 1,75 < 5,00	+ 0,10
Ni	< 1,00	+ 0,03
	> 1,00 < 5,00	+ 0,07
	> 5,00 < 10,00	+ 0,10
	> 10,00 < 17,00	+ 0,15
Nb	< 1,00	+ 0,05
Ti	< 0,80	+ 0,05
Cu	< 1,00	+ 0,07

OBS.:

- 1) Válido somente para diâmetro < 160 mm.
- 2) Teor admissível na análise de panela, expresso em % de peso.
- 3) Diferença permitida entre resultados de análise ao acaso e os valores limites da análise de panela em %. Em uma mesma corrida, o teor de um mesmo elemento encontrado em várias análises ao acaso, poderá situar-se somente abaixo ou somente acima dos limites da faixa de análise química de panela especificada.

## 2.6 - AÇOS FERRAMENTA E RÁPIDO (1) DIN 17350

Elemento	Limite ou máximo da faixa especificada	Var. permissíveis % acima limite sup. ou abaixo limite inferior (1)
C	< 1,00	+ 0,03
	> 1,00 < 1,50	+ 0,04
	> 1,50 < 2,25	+ 0,05
Si	< 1,00	+ 0,03
	> 1,00 < 1,20	+ 0,05
Mn	< 1,00	+ 0,04
	> 1,00 < 2,10	+ 0,08
P	< 0,035	+ 0,005
S	< 0,05	+ 0,005
	> 0,05 < 0,15	+ 0,01
Co	< 5,00	+ 0,10
	> 5,00 < 10,50	+ 0,15
Cr	< 1,00	+ 0,05
	> 1,00 < 3,00	+ 0,07
	> 3,00 < 10,00	+ 0,10
	> 10,00 < 17,00	+ 0,15
Mo	< 0,50	+ 0,04
	> 0,50 < 1,00	+ 0,05
	> 1,00 < 10,00	+ 0,10
V	< 0,30	+ 0,02
	> 0,30 < 0,50	+ 0,04
	> 0,50 < 1,00	+ 0,07
	> 1,00 < 4,00	+ 0,10
W	< 1,00	+ 0,05
	> 1,00 < 2,00	+ 0,07
	> 2,00 < 5,00	+ 0,10
	> 5,00 < 10,00	+ 0,15
	> 10,00 < 18,50	+ 0,20

OBS.:

1) Em uma mesma corrida, o teor de um mesmo elemento, encontrado em várias análises ao acaso, poderá situar-se somente acima do limite superior ou abaixo do limite inferior da faixa de análise de panela especificada.

V

Temperabilidade



**GERDAU**  
AÇOS FINOS PIRATINI





## 1 - TEMPERABILIDADE DOS AÇOS NORMA SAE J 1268 - VALORES DE DUREZA EM HRC

GERDAU SAE/AISI	1038H		1045H		1330H		-		-		-	
	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

**VALORES DE DUREZA EM HRc (CONTINUAÇÃO)**

GERDAU SAE/AISI	15B21H		1522H		1524H		-		-		-	
	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	-	23	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	22	-	-	-	27	-	40	21
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	26	-	33	20
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	29	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	27	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	25	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	23	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**VALORES DE DUREZA EM HRC (CONTINUAÇÃO)**

GERDAU SAE/AISI	1541H		15B41H		15B48H		-		-		-	
	1541H		15B41H		15B48H		15B62H		4027/4028H		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	-	-	-	-

**VALORES DE DUREZA EM HRC (CONTINUAÇÃO)**

GERDAU SAE/AISI	4037H		-		-		4118H		4130H		4135H	
	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	25	-	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 SAE/AISI	4137H		4140H		4142H		4145H		4147H		4150H	
	4137H		4140H		4142H		4145H		4147H		4150H	
J 1/8"	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

**VALORES DE DUREZA EM HRc (CONTINUAÇÃO)**

GERDAU SAE/AISI	-		4320H		4340H		-		-		-	
	4161H		4320H		4340H		4620H		4178H		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	64	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 SAE/AISI	4815H		4817H		4820H		-		-		5046H	
	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	-

**VALORES DE DUREZA EM HRC (CONTINUAÇÃO)**

GERDAU SAE/AISI	-		50B50H		-		5120H		5130H		5132H	
	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 SAE/AISI	5135H		5140H		-		5150H		5155H		5160H	
	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

**VALORES DE DUREZA EM HRC (CONTINUAÇÃO)**

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

GERDAU SAE/AISI	8622H		8625H		8627H		8630H		-		-	
	8622H		8625H		8627H		8630H		86B30H		8637H	
J 1/16"	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1	50	43	52	45	54	47	56	49	56	49	59	52
2	49	39	51	41	52	43	55	46	55	49	58	51
3	47	34	48	36	50	38	54	43	55	48	58	50
4	44	30	46	32	48	35	52	39	55	48	57	48
5	40	26	43	29	45	32	50	35	54	48	56	45
6	37	24	40	27	43	29	47	32	54	48	55	42
7	34	22	37	25	40	27	44	29	53	48	54	39
8	32	20	35	23	38	26	41	28	53	47	53	36
9	31	-	33	22	36	24	39	27	52	46	51	34
10	30	-	32	21	34	24	37	26	52	44	49	32
11	29	-	31	20	33	23	35	25	52	42	47	31
12	28	-	30	-	32	22	34	24	51	40	46	30
13	27	-	29	-	31	21	33	23	51	39	44	29
14	26	-	28	-	30	21	33	22	50	38	43	28
15	26	-	28	-	30	20	32	22	50	36	41	27
16	25	-	27	-	29	20	31	21	49	35	40	26
18	25	-	27	-	28	-	30	21	48	34	39	25
20	24	-	26	-	28	-	30	20	47	32	37	25
22	24	-	26	-	28	-	29	20	45	31	36	24
24	24	-	26	-	27	-	29	-	44	29	36	24
26	24	-	26	-	27	-	29	-	43	28	35	24
28	24	-	25	-	27	-	29	-	41	27	35	24
30	24	-	25	-	27	-	29	-	40	26	35	23
32	24	-	25	-	27	-	29	-	39	25	35	23

**VALORES DE DUREZA EM HRC (CONTINUAÇÃO)**

GERDAU SAE/AISI	8640H		8642H		8645H		-		8650H		-	
	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 SAE/AISI	-		-		-		8622H		9260H		9310H	
	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 DIN	C35E		C40E		C45E		C50E		C55E		C60E		34Cr4		37Cr4		38Cr2	
	C35R	C35R	C40R	C40R	C45R	C45R	C50R	C50R	C55R	C55R	C60R	C60R	34CrS4	34CrS4	37CrS4	37CrS4	38CrS2	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)

VALORES DE DUREZA EM HRc (CONTINUAÇÃO)

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

(continua)

VALORES DE DUREZA EM HRC (CONTINUAÇÃO)

GERDAU	42CrMo4	-	50CrMo4	30CrMoV9	15CrNi6	18CrNi8	-	30CrNiMo8	34CrNiMo6
DIN	42CrMo4 42CrMoS4	49CrMo4	50CrMo4	30CrMoV9	15CrNi6	18CrNi8	17CrNiMo6	30CrNiMo8	34CrNiMo6
"J" (mm)	MÁX.   MÍN.	MÁX.   MÍN.	MÁX.   MÍN.	MÁX.   MÍN.	MÁX.   MÍN.	MÁX.   MÍN.	MÁX.   MÍN.	MÁX.   MÍN.	MÁX.   MÍN.
1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	61	63	56	58	47	49	48	40	56
2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	61	63	55	58	47	38	49	41	48
4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,0	61	62	63	54	64	57	56	49	40
6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,0	60	51	63	53	64	55	56	47	45
8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9,0	60	49	63	51	63	54	56	46	43
10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11,0	59	43	62	50	63	53	56	46	42
13,0	59	40	61	48	63	51	55	45	41
15,0	58	37	60	46	62	48	55	44	39
20,0	56	34	59	42	61	45	54	41	37
25,0	53	32	57	40	60	41	53	39	35
30,0	51	31	55	39	58	39	52	38	34
35,0	48	30	54	38	57	38	51	37	34
40,0	47	30	53	37	55	37	50	36	33
45,0	46	29	52	36	54	36	49	35	-
50,0	45	29	52	36	54	36	48	34	-

(continua)

**VALORES DE DUREZA EM HRC (CONTINUAÇÃO)**

GERDAU	-		6150H (51CrV4)		-		16MnCr5 16MnCr5 16MnCrS5		20MnCr5 20MnCr5 20MnCrS5		20MnCr4 20MnCr4 20MnCrS4		8620H 20NiCrMo2-2 20NiCrMoS2-2	
	36CrNiMo4	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	(28Mn6)	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.
DIN														
"J" (mm)	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.	MÍN.
1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	59	51	65	57	55	46	47	39	49	41	49	41	49	41
2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	59	50	65	56	54	43	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	48	-	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.





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

GERDAU	ABNT/SAE/AISI	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	1015	925	126	121	116	116
1020	1020	925	131	131	126	121
1022	1022	925	143	143	137	131
1117	1117	900	143	137	137	126

### Aços Carbono para Beneficiamento

1030	1030	925	156	149	137	137
1040	1040	900	183	170	167	167
1050	1050	900	223	217	212	201
1060	1060	900	229	229	223	223
1080	1080	900	293	293	285	269
1095	1095	900	302	293	269	255
1137	1137	900	201	197	197	192
1141	1141	900	207	201	201	201

### Aços Ligados para Beneficiamento

4130	4130	870	217	197	167	163
4140	4140	870	302	302	285	241
4150	4150	870	375	321	311	293
4340	4340	870	388	363	341	321
5140	5140	870	235	229	223	217
5150	5150	870	262	255	248	241
5160	5160	855	285	269	262	255
6150	6150	870	285	269	262	255
8630	8630	870	201	187	187	187
8740	8640	870	269	269	262	255

### Aços Ligados para Cementação

4118	4118	910	170	156	143	137
4320	4320	895	248	235	212	201
8620	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)
GERDAU	AISI(1)								
1015	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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)



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

(continuação)

Qualidade		Condição	Temperatura de austenitização (°C)	Resist. à tração (MPa)	Limite de escoamento (MPa)	Alongamento (%)	Redução de área (%)	Dureza (HB)	Impacto (J)
GERDAU	ANSI (1)								
4130	4130	Normalizado	870	670	435	25,5	60	197	87
		Recozido	865	560	360	28,2	56	156	62
4140	4140	Normalizado	870	1020	655	17,7	47	302	23
		Recozido	815	655	420	25,7	57	197	54
4150	4150	Normalizado	870	1160	740	11,7	31	321	12
		Recozido	815	730	380	20,2	40	197	24
4320	4320	Normalizado	895	795	460	20,8	51	235	73
		Recozido	850	580	430	29,0	58	163	110
4340	4340	Normalizado	870	1280	860	12,2	36	363	16
		Recozido	810	745	475	22,0	50	217	52
4820	4820	Normalizado	860	760	485	24,0	59	229	110
		Recozido	815	685	460	22,3	59	197	94
5140	5140	Normalizado	870	795	475	22,7	59	229	38
		Recozido	830	570	295	28,6	57	167	41
5160	5160	Normalizado	860	960	530	17,5	45	269	11
		Recozido	815	725	275	17,2	31	197	10
6150	6150	Normalizado	870	940	615	21,8	61	269	35
		Recozido	815	665	415	23,0	48	197	27
8620	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 TEMP. DE REV. NAS PROP. MECÂNICAS DOS AÇOS CARBONO E LIGADOS PARA CORPO DE PROVA DE 25,4mm DE DIÂM.

GERDAU	AISI (1)	Temperatura de revenimento (°C)	Resistência à tração (MPa)	Escoamento (MPa)	Alongamento (%)	Redução de área (%)	Dureza (HB)
1030(2)	1030	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)	1040	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	1040	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)	1050	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	1050	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	1060	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
1084	1080	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	650	889	600	21	50	255
1095(2)	1095	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)



### 3 - INFLUÊNCIA DA TEMP. DE REV. NAS PROP. MECÂNICAS DOS AÇOS CARBONO E LIGADOS PARA CORPO DE PROVA DE 25,4mm DE DIÂM.

(continuação)

GERDAU	AISI (1)	Temperatura de revenimento (°C)	Resistência à tração (MPa)	Escoamento (MPa)	Alongamento (%)	Redução de área (%)	Dureza (HB)
1137	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	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	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	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	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	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)



### 3 - INFLUÊNCIA DA TEMP. DE REV. NAS PROP. MECÂNICAS DOS AÇOS CARBONO E LIGADOS PARA CORPO DE PROVA DE 25,4mm DE DIÂM.

(continuação)

GERDAU	AISI (1)	Temperatura de revenimento (°C)	Resistência à tração (MPa)	Escoamento (MPa)	Alongamento (%)	Redução de área (%)	Dureza (HB)
5160	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	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	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	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	ESTRICÇÃO	RESIST. AO IMPACTO	ELASTICIDADE	RES. MEC. A QUENTE	TEMPERABILIDADE	SOLDABILIDADE	FORMAÇÃO DE CARBONETOS	RESIS. AO DESGASTE	FORJABILIDADE	USINABILIDADE	OXIDAÇÃO SUPERFICIAL	NITRETABILIDADE	RESISTÊNCIA À CORROSÃO	
Silício	↑	↑	↑↑	↓	↓	↑	↑↑↑	↑	↑	↑	↑	↑↑	↑	↑↑	↑	↑	↑	↑
Mangas em Aços Perlíticos	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↑	-	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Mangas em Aços Austeníticos	↑↑↑	↑	↑	↑↑↑	↓	-	-	-	↑↑	↑	-	↑↑↑↑	↑↑	↑	↑	↑	↑	↑
Austeniticos	↑↑	↑↑	↑	↑↑↑	↑	↑	↑	↑	↑↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Cromo	↑↑	↑↑	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↑↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Níquel em Aços Perlíticos	↑	↑	↑	↓	↓	↓	-	↑	↑↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Níquel em Aços Austeníticos	↑↑	↑	↑	↑↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Alumínio	↑	-	-	↑	↑	↑	-	-	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Tungstênio	↑	↑	↑	↓	↓	↓	-	↑↑↑	↑↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Vanádio	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↑↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Cobalto	↑	↑	↑	↓	↓	↓	-	↑↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Molibdênio	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↑	↑↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Cobre	↑	↑	↑↑	↓	↓	↓	-	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Enxofre	-	-	-	↓	↓	↓	-	-	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Fósforo	↑	↑	↑	↓	↓	↓	-	-	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

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



## 5 - TOLERÂNCIA DE BITOLAS EM BARRAS LAMINADAS A QUENTE

Bitola mm	Bitola pol.	NBR 13283	DIN 1013	ASTM A/29 a/23M
5				± 0,127
7,93	5/16	+ 0,40	± 0,40	± 0,152
11,11	7/16			± 0,178
14				± 0,203
15			± 0,50	± 0,229
15,88	5/8	+ 0,50		± 0,254
18				± 0,279
22,23	7/8		± 0,60	± 0,305
24				± 0,356
25				± 0,397
25,40	1	+ 0,60	± 0,80	± 0,794
28,58	1.1/8			- 0,000
30				± 1,191
31,75	1.1/4		± 1,00	- 0,000
32				± 1,587
34,93	1.3/8	+ 0,70		- 0,000
35			± 1,3	± 1,587
38,10	1.1/2	+ 0,80		- 0,000
40				± 1,984
50		+ 0,80	± 1,5	- 0,000
50,80	2			± 1,984
51				- 0,000
63,50	2.1/2	+ 0,90	± 2,0	± 3,175
64				- 0,000
80		+ 1,0		± 3,969
88,90	3.1/2	+ 1,3	± 2,5	- 0,000
100				± 4,763
114,30	4.1/2	+ 1,5		- 0,000
120			± 2,5	± 4,763
139,70	5.1/2	+ 1,8		- 0,000
140				± 4,763
160		+ 2,1	± 2,5	- 0,000
165,10	6.1/2	+ 2,5		± 6,350
170				- 0,000
180		+ 3,15	± 2,5	± 6,350
200				- 0,000
209,55	8.1/4	+ 3,3		± 6,350
210			± 2,5	- 0,000
220		+ 3,6		± 6,350
241,30	9.1/2	± 3,6		- 0,000
254,00	10	± 3,75	± 6,350	- 0,000



## 6 - TOLERÂNCIAS NORMA ISO - ACABADOS A FRIO - EM (1 $\mu\text{m}$ - 1u = 0,001 mm)

Grupo de dimensões mm	QUALIDADE (IT)												
	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12	h13	h14	
até 1	2	3	4	6	10	14	25	40	60	-	-	-	
> 1 < 3	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	
> 3 < 6	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	
> 6 < 10	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	
> 10 < 18	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	
> 18 < 30	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	
> 30 < 50	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	
> 50 < 80	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	
> 80 < 120	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	
> 120 < 180	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	
> 180 < 250	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	
> 250 < 315	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	
> 315 < 400	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	
> 400 < 500	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	

OBS.:

A tolerância do h é sempre (+0 / -0 valor da tabela).

Exemplo:

Bitola descascada polida:

Rd 25,4 mm (h11)

Ficará:

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



## 7 - SISTEMA DE CODIFICAÇÃO AISI/SAE

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

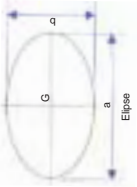


## 8 - ÁREAS, VOLUMES E SUPERFÍCIES

### Áreas das Figuras Planas e Sólidos

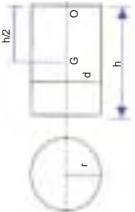
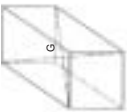
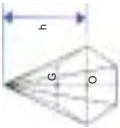
	Área = S	Posição do Centro de Gravidade G
<p>Triângulo</p>	$S = \frac{b \cdot h}{2}$	$AO = OC$ $GO = \frac{1}{3} BO$ <p>(Centro de gravidade = ponto de interseção das medianas)</p>
<p>Trapezoido</p>	$S = \frac{a+b}{2} \cdot h$	$GO = \frac{1}{3} \frac{2b+a}{a+b}$
<p>Semicírculo</p>	$S = \frac{\pi \cdot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



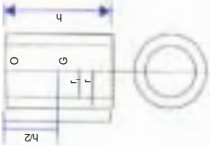
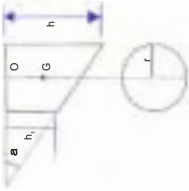
Áreas das Figuras Planas (cont.)

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

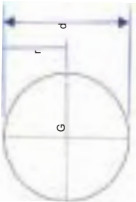
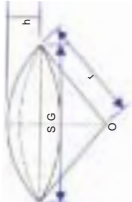
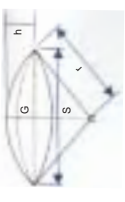
Superfícies e Volume dos Sólidos (cont.)

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

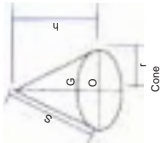
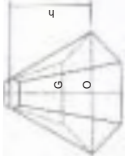
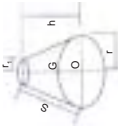
Superfícies e Volume dos Sólidos (cont.)

	Área de superfície curva M superfície S	Posição do Centro de Gravidade G	Volume V
 <p data-bbox="515 1176 532 1259">Cilindro oco</p>	<p data-bbox="322 786 370 982">M = Superfície curva interna + externa</p>	<p data-bbox="322 571 370 643"><math>GO = \frac{h}{2}</math></p>	<p data-bbox="322 243 350 386"><math>V = \pi \cdot h \cdot (r_2^2 - r_1^2)</math></p>
 <p data-bbox="874 1110 890 1325">Cilindro reto com seção oblíqua</p>	<p data-bbox="705 817 733 960"><math>M = \pi \cdot r \cdot (h + h_1)</math></p>	<p data-bbox="705 494 754 714"><math>GO = \frac{h+h_1}{4} + \frac{1}{4} \cdot \frac{r^2 \cdot \text{tg}^2 \alpha}{h+h_1}</math></p>	<p data-bbox="705 247 754 406"><math>V = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{(h+h_1)}{2}</math></p>

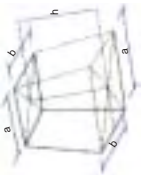
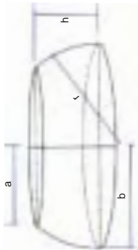
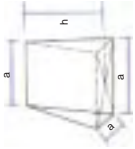
Superfícies e Volume dos Sólidos (cont.)

	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>Sector da Esfera</p>	$S = \frac{\pi \cdot r}{2} \cdot (4h+s)$	$GO = \frac{3}{4} \cdot \left( r - \frac{h}{2} \right)$	$V = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$
 <p>Segmento da Esfera</p>	$M = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h = \frac{\pi}{4} \cdot (S^2 + 4h^2)$	$GO = \frac{3}{4} \cdot \frac{(2r-h)^2}{3r-h}$	$V = \pi \cdot h^2 \cdot \left( r - \frac{h}{3} \right) = h \cdot \pi \cdot \left( \frac{S^2}{8} + \frac{h^2}{6} \right)$

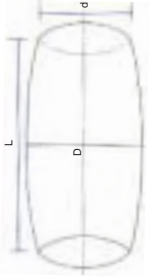
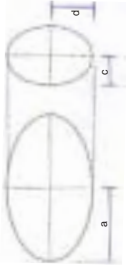
Superfícies e Volume dos Sólidos (cont.)

	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>	$S = \text{Soma dos trapézios adjacentes + bases}$	$GO = \frac{h}{4} \cdot \frac{r^2 + 2\sqrt{r_1 r} + 3r_1^2}{r + \sqrt{r_1 r} + r_1}$	$V = \frac{h}{3} \cdot (F + f + \sqrt{Ff})$ <p>f = Área base superior F = Área base inferior</p>
 <p>Cone truncado</p>	$M = \pi \cdot s \cdot (r + r_1)$	$GO = \frac{h}{4} \cdot \frac{r^2 + 2r_1 r + 3r_1^2}{r^2 + r_1 r + r_1^2}$	$V = \frac{h}{3} \cdot (r^2 + r_1^2 + r \cdot r_1) \cdot \pi$

Superfícies e Volume dos Sólidos (cont.)

	Área de superfície curva M superfície S	Volume V
 <p>Obelisco</p>	<p>S = Soma dos 4 trapézios + duas bases</p>	$V = \frac{h}{6} \cdot [(2a+a_1) \cdot b + (2a_1+a) \cdot b]$ $= \frac{h}{6} \cdot [(ab+a_1b_1) + (a+a_1) \cdot (b+b_1)]$
 <p>Zona da Esfera</p>	<p>M = <math>2\pi rh</math></p>	$V = \frac{\pi h}{6} \cdot (3a^2 + 3b^2 + h^2)$
 <p>Cunha</p>	<p>M = Soma dos 2 trapézios e dos 2 triângulos laterais</p>	$V = \frac{(2a+a_1) \cdot b \cdot h}{6}$

Superfícies e Volume dos Sólidos (cont.)

	Área de superfície curva M superfície S	Volume V
 <p data-bbox="505 1195 524 1233">Barri</p>	<p data-bbox="301 705 353 894">Não é esprimível por fórmula simples</p>	$V = \frac{\pi \cdot L}{15} \cdot (2D^2 + D \cdot d^2 + 0,75d^2)$
 <p data-bbox="868 1179 886 1244">Elipsóide</p>	<p data-bbox="712 705 764 894">Não é esprimível por fórmula simples</p>	$V = \frac{4}{3} \cdot a \cdot d \cdot c \cdot \pi$



## 9 - EQUIVALÊNCIA DE BITOLAS DE CHAPA 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





## 10 - CONVERSÃO DE POLEGADAS E FRAÇÕES EM mm

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



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

Rockwell C HRC Carga: 150 Kg Cone Diamante	Rockwell A HRA Carga 60Kg Cone Diamante	Dureza				Resistência à tração kgf/mm <sup>2</sup>		
		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)



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

(continuação)

Rockwell B HRB Esfera 1/16" Carga: 100 Kg	Rockwell A HRA Carga 60 Kg Cone Diamante	Dureza				Resistência à tração kgf/mm <sup>2</sup>		
		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					
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



## 12 - 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		
-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	734	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	144,8	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	11,84	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)



## 12 - CONVERSÃO DE TEMPERATURAS - °C / °F

(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	2866	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	2220	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	1515	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	2498	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



## 13 - COVERSÃO 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 <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	6,4516	0,1550
Pé <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	0,0929	10,7639
MI <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	2,5900	0,3861
Pol <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	16,3871	0,0610
Pé <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	0,0283	35,3147
Galão (USA)	Litro	3,7854	0,2642
Galão Imperial	Litro	4,5461	0,2200
Barril	m <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	Gramma/cm <sup>3</sup>	27,6799	0,0361
Libra/pé <sup>3</sup>	Gramma/cm <sup>3</sup>	0,0160	62,4280
Pé/minuto	Metro/segundo	0,0051	196,8504
Pé/segundo	km/hora	1,0973	0,9113
Pé <sup>3</sup> /minuto (CFM)	Litro/segundo	0,4719	2,1189
Galão/minuto	Litro/segundo	0,0631	15,8503
Megapascal (MPa)	kg/cm <sup>2</sup>	9,81	0,102
Megapascal (MPa)	kg/mm <sup>2</sup>	0,102	9,81
Libra <sup>3</sup> /pol <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	0,0703	14,2233
Libra <sup>3</sup> /pé <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	4,8828	0,2048
Libra <sup>3</sup> /pé <sup>2</sup>	Quilogrametro	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 <sup>2</sup> °F/pol	kcal/h m <sup>2</sup> °C/m	0,124	8,06
BTU/h pé <sup>2</sup> °C	kcal/h m <sup>2</sup> °C	4,8824	0,2048
BTU/h pé <sup>3</sup>	kcal/m <sup>3</sup>	9,8991	0,1124
BTU/lb	kcal/kg	0,5556	1,8000
Quilocaloria	Quilowatt hora	0,0012	859,8452
Atmosfera	kg/cm <sup>2</sup>	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 <sup>-4</sup>
Ano (365 d)	Hora	8765	1,1408 x 10 <sup>-4</sup>



## 14 - 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



## 15 - TABELA COMPARATIVA DE DUREZAS E RESISTÊNCIAS DE AÇOS

Ø médio esfera de 10mm de 3000 kgf	Dureza Brinell HB	AÇO AO CARBONO		AÇO Cr AÇO Mn AÇO CrMn		AÇO NI AÇO CrNi AÇO CrMo		HRc	HRb	HV
		HB x 3,53 MPA (=N/mm <sup>2</sup> )	HB x 0,35 kgf / mm <sup>2</sup>	HB x 3,53 MPA (=N/mm <sup>2</sup> )	HB x 0,35 kgf / mm <sup>2</sup>	HB x 3,53 MPA (=N/mm <sup>2</sup> )	HB x 0,35 kgf / mm <sup>2</sup>			
-	-	-	-	-	-	-	-	68,0	-	940
-	-	-	-	-	-	-	-	67,5	-	920
-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	-	900
-	(767)	2710	276	2630	268	2550	261	66,4	-	880
-	(757)	2670	273	2600	265	2520	257	65,9	-	860
2,25	(745)	2630	268	2560	261	2480	253	65,3	-	840
2,30	(710)	2510	256	2440	248	2360	241	63,3	-	780
2,35	(682)	2410	246	2340	239	2270	232	61,7	-	737
2,40	(653)	2310	235	2240	229	2170	222	60,0	-	697
2,45	627	2210	226	2150	219	2090	213	58,7	-	667
2,50	601	2120	216	2060	210	2000	204	57,3	-	640
2,55	578	2040	208	1980	202	1920	197	56,0	-	615
2,60	555	1960	200	1900	194	1850	189	54,7	-	591
2,65	534	1890	192	1830	187	1780	182	53,5	-	569
2,70	514	1810	185	1760	180	1710	175	52,1	-	547
2,75	495	1750	178	1700	173	1650	168	51,0	-	528
2,80	477	1680	172	1640	167	1590	162	49,6	-	508
2,85	461	1630	166	1580	161	1540	157	48,5	-	491
2,90	444	1570	160	1520	155	1480	151	47,1	-	472
2,95	429	1510	154	1470	150	1430	146	45,7	-	455
3,00	415	1460	149	1420	145	1380	141	44,5	-	440
3,05	401	1420	144	1380	140	1340	136	43,1	-	425
3,10	388	1370	140	1330	136	1290	132	41,8	-	410
3,15	375	1320	135	1290	131	1250	128	40,4	-	396
3,20	363	1280	131	1250	127	1210	123	39,1	-	383
3,25	352	1240	127	1210	123	1170	120	37,9	(110,0)	372
3,30	341	1200	123	1170	119	1140	116	36,6	(109,0)	360
3,35	331	1170	119	1140	116	1100	113	25,5	(108,5)	350
3,40	321	1130	116	1100	112	1070	109	34,3	(108,0)	339
3,45	311	1100	112	1070	109	1040	106	33,1	(107,5)	328
3,50	302	1070	109	1040	106	1010	103	32,1	(107,0)	319
3,55	293	1030	105	1010	103	980	100	30,9	(106,0)	309
3,60	285	1010	103	980	100	950	97	29,9	(105,5)	301
3,65	277	980	100	950	97	920	94	28,8	(104,5)	292
3,70	269	950	97	920	94	900	91	27,6	(104,0)	284
3,75	262	920	94	900	92	870	89	26,6	(103,0)	276
3,80	255	900	92	870	89	850	87	25,4	(102,0)	269
3,85	248	880	89	850	87	830	84	24,2	(101,0)	261
3,90	241	850	87	830	84	800	82	22,8	100,0	253
3,95	235	830	85	810	82	780	80	21,7	99,0	247
4,00	229	810	82	790	80	760	78	20,5	98,2	241
4,05	223	790	80	760	78	740	76	(18,8)	97,3	234
4,10	217	770	78	740	76	720	74	(17,5)	96,4	228
4,20	207	730	75	710	72	690	70	(15,2)	94,6	218
4,30	197	700	71	680	69	660	67	(12,7)	92,8	207
4,40	187	660	67	640	65	620	64	(10,0)	90,7	196
4,45	179	630	64	610	63	600	61	(8,0)	89,0	188
4,60	170	600	61	580	60	570	58	(5,4)	86,8	178
4,70	163	580	59	560	57	540	55	(3,3)	85,0	171
4,80	156	550	56	540	55	520	53	(0,9)	82,9	163
4,90	149	530	54	510	52	500	51	-	80,8	156
5,00	143	500	51	490	50	480	49	-	78,7	150
5,10	137	480	49	470	48	460	47	-	76,4	143
5,20	131	460	47	450	46	440	45	-	74,0	137
5,30	126	440	45	430	44	420	43	-	72,0	132
5,40	121	430	44	420	42	400	41	-	69,8	127
5,50	116	410	42	400	41	390	39	-	67,6	122
5,60	111	390	40	380	39	370	38	-	65,7	117

Fonte: ASM Metais Handbook - vol.1 8ª edição



## Soluções GERDAU Indústria Automotiva



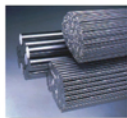
A GERDAU oferece as melhores SOLUÇÕES para a indústria automotiva, sempre voltadas para o avanço tecnológico e para o aumento da produtividade.

GERDAU AÇOS FINOS PIRATINI produz aços que passam por rigorosos processos de elaboração. Através dos mais modernos equipamentos de metalurgia secundária e de um processo de solidificação do aço por lingotamento contínuo de última geração, totalmente automatizado e controlado por computadores, o nosso produto final atende às mais modernas e exigentes especificações do mercado automotivo.



Possuímos a certificação ISO9002/QS9000, além disso, o resultado é comprovado por uma inspeção integral, usando linhas automáticas de ensaios não destrutivos. Desta forma, estamos sempre oferecendo o melhor para sua empresa.

PRODUTOS GERDAU.  
QUALIDADE E TECNOLOGIA EM AÇO  
PARA A INDÚSTRIA AUTOMOTIVA.



 **GERDAU**

# PRODUTOS E SERVIÇOS

## QUALIDADE DE AÇOS

### Construção Mecânica

Ao carbono  
Ligados  
Microligados

### Inoxidáveis

Austeníticos  
Martensíticos  
Ferríticos

### Aços Ferramentas

Para trabalho a frio  
Para trabalho a quente  
Para moldes plásticos

## TIPO DE PRODUTOS

### Laminados

Barras redondas  
Barras quadradas  
Fio-máquina

### Acabados

Trefilados  
Descascados  
Polidos  
Retificados  
Fresados  
Torneados

### Forjados

Barras redondas  
Barras quadradas  
Barras chatas

## ATENDIMENTO A CLIENTES

CHARQUEADAS TEL.: (51)3323-5623 / 3323-5658 FAX.: (51) 3323-5708

SÃO PAULO TEL.: (11) 3874-4455 / 3874-4456 FAX.: (11) 3874-4464

[www.gerdau.com.br/acosfinospiratini](http://www.gerdau.com.br/acosfinospiratini)

[afp@gerdau.com.br](mailto:afp@gerdau.com.br)



**GERDAU**

**AÇOS FINOS PIRATINI**