



A MBA está presente em todos os segmentos, construção civil, estrutural naval, Linha Branca e automotiva, Linha Agro máquinas, etc..

Linha de Produtos

<i>Aços Planos</i>	<i>Produto</i>	<i>Tipo</i>
	Chapa Grossa	Laminado a Quente
	Bobinas, Chapas, Rolos, Tiras e Blanks	Laminado a Quente, Decapados, Laminado a Frio, Galvanizados e Xadrez



Normas Técnicas Utilizadas em Aços Planos

1. INTRODUÇÃO

Este Catálogo Técnico de Limitações tem por finalidade apresentar as Normas Técnicas Utilizadas em Aços Planos para aplicação industrial, construção civil e construção naval e Estrutural, Máquinas etc...

2. NORMAS UTILIZADAS NOS AÇOS LAMINADOS A QUENTE

Com uma ampla quantidade de **Aços Normativos e Estruturais**, a MBA atende a diversos segmentos fornecendo aços para uso geral, aços para estampagem, aços estruturais comuns, aços estruturais de baixa liga e alta resistência, aço estrutural naval, aços para vasos de pressão, aço estrutural resistente a corrosão, aço estrutural resistente a abrasão e aços para pisos.

A MBA fornece seus aços laminados a quente, lembrando que as **Normas são citadas para efeito de referência**.

2.1. Aços Para Uso Geral

Categoria composta de aços do tipo carbono-manganês, sem adição de elementos de liga com garantia de composição química.

Norma	Grau	Composição Química (%)			
		C	Mn	P	S
	1006	0,08 máx.	0,25 - 0,40 máx.	0,030 máx.	0,050 máx.
	1008	0,10 máx.	0,30 - 0,50 máx.		
	1009	0,15 máx.	0,60 máx.		
	1010	0,08 - 0,13	0,30 - 0,60		
	1012	0,10 - 0,15			
	1015	0,13 - 0,18			
	1017	0,15 - 0,20			
	1019	0,15 - 0,20	0,70 - 1,00		
	1020	0,18 - 0,23	0,30 - 0,60		
	1021		0,60 - 0,90		
	1022		0,70 - 1,00		
	1023	0,20 - 0,25	0,30 - 0,60		
	1025	0,22 - 0,28	0,30 - 0,60		
	1026	0,22 - 0,28	0,60 - 0,90		
	1030	0,28 - 0,34			
	1035	0,32 - 0,38			
	1040	0,37 - 0,44			
	1045	0,43 - 0,50			
	1050	0,48 - 0,55			
	1524	0,19 - 0,25	1,35 - 1,65		

Obs: A Norma SAE J403 não dá garantias de propriedades mecânicas.



2.2. Aços Para Estampagem

Categoria de aço que sofre conformação por meio de estampagem, estiramento ou repuxamento.

Norma	Grau	Composição Química (%)					Propriedades Mecânicas				
							LE máx. (MPa)	LR máx. (MPa)	Alongamento mín. (%) (a) (d)		
		C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Al mín.			e< 3 mm		e≥ 3 mm
									L0=50	L0=80	L0=50
NBR 5906 (b)	EM	0,100	0,450	0,040	0,040	0,020	-	430	28	26	30
	EP	0,080	0,400	0,030	0,030	0,020	300	410	30	28	34
	EPA	0,080	0,350	0,025	0,025	0,020	280 (c)	400	33	31	35
DIN EN 10111	DD11	0,120	0,600	0,045	0,045	-	170 - 340	440	-	24	28
	DD12	0,100	0,450	0,035	0,035		170 - 320	420		26	30
	DD13	0,080	0,400	0,030	0,030		170 - 310	400		29	33
	DD14	0,080	0,350	0,025	0,025		170 - 290	380		32	36

a) Para espessura inferior ou igual a 2 mm, acrescentar 20 MPa aos valores de Limite de Escoamento Máximo e Limite de Resistência a Tração Máximo e tirar três unidades no valor de alongamento.

b) Admite-se a redução de uma unidade no valor constante nesta tabela para material decapado por processo contínuo ou com passe de laminação acabamento.

c) Para o grau EPA com espessura maior de que 2,0 mm e inferior 3,0 mm, acrescentar 10 MPa ao valor de limite de escoamento máximo.

d) Salvo quando solicitado, a referência é à base de medida L0 = 50 mm.

2.3. Aços Estruturais Comuns

São aços com garantia de composição química e propriedades mecânicas com boas características de corte, dobramento e soldabilidade aplicados em componentes estruturais.

Norma	Grau	Composição Química (%)					Propriedades Mecânicas			
		C	Mn	P	S	Si	Cu	LE (MPa)	LR (MPa)	Along. Mín. L0=50 mm (%)
USICIVIL	300	0,25 máx.	1,35 máx.	0,06 máx.	0,02 máx.	1,50 máx.	-	300 mín.	400 - 550	22
	350	0,20 máx.	0,60 - 1,35				-	350 mín.	500 - 650	16
ASTM A 36	-	0,26 máx.	0,80 - 1,35 Acima de 3/4"	0,04 máx.	0,05 máx.	0,40 máx.	0,20 mín.	250 mín.	400 - 550	23
ASTM A 283	C	0,24 máx.	0,90 máx.	0,03 máx.	0,03 máx.	0,40 máx.	-	205 mín.	380 - 515	25
	D	0,27 máx.					-	230 mín.	415 - 550	23
ASTM A 572	42	0,21 máx.	1,35 máx.	0,03 máx.	0,03 máx.	0,40 máx.		290 mín.	415 mín.	24
	50	0,23 máx.						345 mín.	450 mín.	21
	55	0,25 máx.						380 mín.	485 mín.	20
	60	0,26 máx.						415 mín.	520 mín.	18
	65	0,23 máx.	1,35 máx.					450 mín.	550 mín.	17
NBR 6650	CF21	0,20 máx.	-	0,04 máx.	0,04 máx.	-	-	210 mín.	340 mín.	25
	CF24						-	240 mín.	370 mín.	23
	CF26	0,25 máx.					-	260 mín.	410 mín.	22
	CF28						-	280 mín.	440 mín.	21
	CF30	0,30 máx.					-	300 mín.	490 mín.	19



2.4. Aços Estruturais de Baixa Liga e Alta Resistência

São aços que apresentam bom desempenho para conformação a frio, boa soldabilidade, resistência à fadiga, empregados em componentes automotivos.

Norma	Grau	Composição Química (%)									Propriedades Mecânicas									
		C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Si máx.	Al mín.	Nb máx.	V máx.	Ti máx.	LE (MPa)	LR (MPa)	Along. Mín. 5,65 √S0 (%)	Dobramento a 180° Calço em Função da Espessura (E) em mm						
														E ≤ 10 mm	E > 10 mm					
NBR 6655	LN200	0,150	0,600	0,250	0,025	0,100	0,010	0,120	0,120	0,200	200 - 360	320 - 470	35	Zero						
	LN240	0,180	1,000	0,250	0,025	0,200	0,010	0,120	0,120	0,200	240 - 380	360 - 510	30	0,5						
	LN280	0,200	1,200	0,250	0,025	0,300	0,010	0,120	0,120	0,200	280 - 440	410 - 560	28	1,0						
	LN360	0,200	1,300	0,250	0,025	0,350	0,010	0,120	0,120	0,200	360 - 520	450 - 620	25	1,5						
NBR 6656	LNE200	0,120	0,600	0,025	0,025	0,350	0,015	0,120	0,120	0,200	200 - 330	280 - 410	35	Zero						
	LNE230	0,120	0,800	0,025	0,025	0,350	0,015	0,120	0,120	0,200	230 - 360	330 - 460	30	Zero						
	LNE260	0,150	1,000	0,025	0,025	0,350	0,015	0,120	0,120	0,200	260 - 390	370 - 500	30	Zero						
	LNE280	0,150	1,000	0,025	0,015	0,350	0,015	0,120	0,120	0,200	280 - 430	410 - 540	30	Zero						
	LNE380	0,120	1,200	0,025	0,015	0,350	0,015	0,120	0,120	0,200	380 - 530	460 - 600	23	Zero						
	LNE400	0,150	1,400	0,025	0,015	0,350	0,015	0,120	0,120	0,200	400 - 530	520 - 650	23	Zero						
	LNE420	0,120	1,600	0,025	0,015	0,350	0,015	0,090	0,120	0,150	420 - 540	520 - 650	22	Zero	0,5					
	LNE460	0,120	1,600	0,025	0,015	0,350	0,015	0,090	0,120	0,150	460 - 580	540 - 680	18	0,5	1,0					
	LNE500	0,120	1,500	0,025	0,015	0,350	0,015	0,120	0,120	0,200	500 - 620	560 - 700	18	0,5	1,0					
	LNE550	0,120	1,900	0,025	0,015	0,350	0,015	0,120	0,120	0,200	550 – 670	600 - 700	15	1,5						
	LNE600	0,150	1,900	0,025	0,015	0,350	0,015	0,120	0,120	0,200	600 – 720	680 - 810	14	1,5						
	LNE700	0,150	2,100	0,030	0,015	0,350	0,015	0,120	0,120	0,200	700 – 820	780 - 920	12	2,0						
EN 10149	S315MC	0,120	1,300	0,025	0,020	0,500	0,015	-	-	-	315 mín.	390 - 510	24	Zero						
	S355MC		1,500		355 mín.						430 - 550	23	0,5							
	S420MC		1,600	0,015	420 mín.						480 - 620	19	0,5							
	S460MC		1,600		460 mín.						520 - 670	17	1,0							
	S500MC		1,700		500 mín.						550 - 700	14	1,0							
	S550MC		1,800		550 mín.						600 - 760	14	1,5							
USI LNE	200	0,120	0,600	0,030	0,030	0,350	0,020	-	-	-	200 - 280	280 - 420	35	Zero						
	230		0,800								230 - 300	330 - 470	30							
	260		1,000								260 - 340	370 - 510	26							
	300	0,100	1,100		0,015			0,120	0,120	0,200	300 - 400	400 - 500	26							
	340		0,800								340 - 450	410 - 530	25							
	380E	0,120	1,100		0,400						380 - 480	460 - 560	25							
	560	0,140	1,500								550 - 740	640 - 740	19	1,0						
	600	0,150	1,700								600 - 720	650 - 800	15	1,5						

Nota 1: Para os teores de Nb, Ti e V, o somatório deve ser no máximo de 0,20 %

Nota 2: Para o grau LNE 260, no caso de ser adicionado elemento de liga, o carbono de ser reduzido para 0,12%

Nota 3: Para os graus LNE 600 e LNE 700, o teor de Cr será no máximo 0,50 %.

2.5. Aço Estrutural Naval

São aços aplicados em cascos e componentes de navios, plataformas marítimas, barcas e outras embarcações, seguindo as especificações das principais sociedades classificadoras. Trata-se de aço de elevada produtividade no processamento por apresentar excelente soldabilidade.



Norma	Grau	Composição Química (%)														
		C máx.	Mn mín.	P máx.	S máx.	Si máx.	Al mín.	Cr máx.	Mo máx.	Ni máx.	Cu máx.	Nb máx.	V máx.	Ti máx.	N máx.	
DNV	NV A	0,210	2,5 X C	0,035	0,035	0,500	-									
	NV B	0,210	0,800	0,035	0,035	0,350										
	NV D	0,210	0,600	0,035	0,035	0,100 - 0,350	0,020	-	-	-	-	-	-	-	-	
	NV E	0,180	0,700	0,035	0,035	0,100 - 0,350	0,020									
	NV A27S	0,180	0,700 - 1,600	0,035	0,035	0,500	0,020	0,200	0,080	0,400	0,350	0,020 - 0,050	0,050 - 0,100	0,007 - 0,050	-	
	NV D27S															
	NV E27S															
	NV A32	0,180	0,900 - 1,600	0,035	0,035	0,500	0,020	0,200	0,080	0,400	0,350	0,020 - 0,050	0,050 - 0,100	0,007 - 0,050	-	
	NV D32															
	NV E32															
	NV A36															
	NV D36															
	NV E36															
	NV A40															
	NV D40															
	NV E40	0,160	0,900 - 1,600	0,025	0,025	0,500	0,020	0,200	0,080	0,800	0,350	0,020 - 0,050	0,050 - 0,100	0,007 - 0,050	0,009	
	NV F27S															
	NV F32															
	NV F36															
	NV F40															
ASTM A 131	A	0,210	2,5 X C			0,500	-									
	B					0,350	-									
	D		0,600													
	E	0,180	0,700	0,035	0,035	0,100 - 0,500	0,015	0,200	0,080	0,400	0,350	0,020 - 0,050	0,050 - 0,100	0,020	-	
	AH32	0,180	0,900 - 1,600													
	DH32															
	EH32															
	AH36															
	DH36															
	EH36															
BV	A			0,210	2,5 X C			0,500								
	B	0,800														
	D	0,600	0,350													
	E	0,180	0,700	0,035	0,035	0,500	0,020	0,200	0,080	0,400	0,350	0,020 - 0,050	0,050 - 0,100	0,020	-	
	AH32	0,180	0,900 - 1,600													
	DH32															
	EH32															
	AH36															
	DH36															
	EH36															
	AH40															
	DH40															
	EH40															



Norma	Grau	Propriedades Mecânicas				
		Ensaio de Tração			Resistência Média ao Impacto (Charpy) Entalhe (V) Min.	
		LE (MPa) Min.	LR (MPa)	Along. Min.	Temperatura (°C)	Joules (J)
DNV	NV A	235	400 - 520	22	+20	34
	NV B				0	
	NV D				-20	
	NV E				-40	
	NV A27S	265	400 - 530	22	0	34
	NV D27S				-20	
	NV E27S				-40	
	NV A32	315	440 - 570	22	0	38
	NV D32				-20	
	NV E32				-40	
	NV A36	355	490 - 630	21	0	41
	NV D36				-20	
	NV E36				-40	
	NV A40	390	510 - 660	20	0	45
	NV D40				-20	
	NV E40				-40	
	NV F27S	265	400 - 530	22	-60	34
	NV F32	315	440 - 570	22	-60	38
	NV F36	355	490 - 630	21	-60	41
	NV F40	390	510 - 660	20	-60	45
ASTM A 131	A	235	400 - 520	24	+20	34
	B				0	
	D				-20	
	E				-40	
	AH32	315	440 - 590	22	0	38
	DH32				-20	
	EH32				-40	
	AH36	355	490 - 620	22	0	41
	DH36				-20	
	EH36				-40	
BV	A	235	400 - 520	22	+20	34
	B				0	
	D				-20	
	E				-40	
	AH32	315	440 - 570	22	0	38
	DH32				-20	
	EH32				-40	
	AH36	355	490 - 630	21	0	41
	DH36				-20	
	EH36				-40	
	AH40	390	510 - 660	20	0	46
	DH40				-20	
	EH40				-40	



2.6. Aço Para Vasos de Pressão

Aços com boa estampabilidade e soldabilidade, para a aplicação em recipientes para armazenamento de produtos armazenados sob pressão.

Norma	Grau	Composição Química (%)												
		C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Al	Si	Cr máx.	Mo máx.	Ni máx.	Cu máx.	Nb máx.	V máx.	Ti máx.
ASTM A 285	A	0,170	0,900	0,025	0,025	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	0,220												
	C	0,280												
ASTM A 414	A	0,150	0,900	0,035	0,035	0,020 - 0,080	-	0,300	0,120	0,400	0,400	0,020	0,030	-
	B	0,220	0,900											
	C	0,250	0,900											
	D	0,250	1,200											
	E	0,270	1,200											
	F	0,310	1,200											
	G	0,310	1,350											
ASTM A 516	55	e ≤ 12,70	0,180	0,025	0,025	-	0,150 - 0,400	-	-	-	-	-	-	-
		12,70 < e ≤ 50,80	0,200											
		50,80 < e ≤ 101,60	0,220											
		101,60 < e ≤ 203,20	0,240											
		e > 203,20	0,260											
	60	e ≤ 12,70	0,210	0,025	0,025	-	0,150 - 0,400	-	-	-	-	-	-	-
		12,70 < e ≤ 50,80	0,230											
		50,80 < e ≤ 101,60	0,250											
		101,60 < e ≤ 203,20	0,270											
		e > 203,20	0,270											
	65	e ≤ 12,70	0,240	0,025	0,025	-	0,150 - 0,400	-	-	-	-	-	-	-
		12,70 < e ≤ 50,80	0,260											
		50,80 < e ≤ 101,60	0,280											
		101,60 < e ≤ 203,20	0,290											
		e > 203,20	0,290											
	70	e ≤ 12,70	0,270	0,025	0,025	-	0,150 - 0,400	-	-	-	-	-	-	-
		12,70 < e ≤ 50,80	0,280											
		50,80 < e ≤ 101,60	0,300											
		101,60 < e ≤ 203,20	0,310											
		e > 203,20	0,310											

Norma	Grau	Propriedades Mecânicas		
		LE (MPa) mín.	LR (MPa)	Along. mín.
ASTM A 285	A	165	310 - 450	30
	B	185	345 - 485	28
	C	205	380 - 515	27
ASTM A 414	A	170	310 - 415	26
	B	205	345 - 450	24
	C	230	380 - 485	22
	D	240	415 - 515	20
	E	260	450 - 585	18
	F	290	485 - 620	16
	G	310	515 - 655	16
ASTM A 516	55	205	380 - 515	27
	60	220	415 - 550	25
	65	240	450 - 585	23
	70	260	485 - 620	21



2.7. Aços Estruturais Resistentes a Corrosão.

São aços com boa resistência contra corrosão atmosférica, destinados principalmente para a construção civil e vagões ferroviários. Basicamente são aços de boa soldabilidade, podendo ser utilizados sem pintura.

Norma	Grau		Composição Química (%)											
			C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Si máx.	Cr máx.	Mo máx.	Ni máx.	Cu mín.	Nb máx.	V máx.	Ti máx.
USI SAC	300		0,20	1,50	0,010 – 0,060	0,020	0,500 – 1,500	0,600	0,400	0,400	0,050 – 0,400	0,050	0,400	0,150
	350		0,25											
ASTM A 242	Tipo 1	e ≤ 19,05	0,150	1,000	0,150	0,050	-	-	-	-	0,200	-	-	
		19,05 < e ≤ 38,10												
		38,10 < e ≤ 101,60												
	Tipo 2	e ≤ 19,05	0,200	1,350	0,040	0,050	-	-	-	-	0,200	-	-	-
		19,05 < e ≤ 38,10												
		e > 38,10												
ASTM A 588	A	e ≤ 101,60	0,190	0,800 – 1,250	0,040	0,050	0,300 – 0,650	0,400 – 0,650	-	0,400	0,250 – 0,400	-	0,020 – 0,100	-
		101,60 < e ≤ 127,00												
		127,00 < e ≤ 203,20												
	B	e ≤ 101,60	0,200	0,750 – 1,350	0,040	0,050	0,150 – 0,500	0,400 – 0,700	-	0,500	0,200 – 0,400	-	0,010 – 0,100	-
		101,60 < e ≤ 127,00												
		127,00 < e ≤ 203,20												
	C	e ≤ 101,60	0,150	0,800 – 1,350	0,040	0,050	0,150 – 0,400	0,300 – 0,500	-	0,250 – 0,500	0,200 – 0,500	-	0,010 – 0,100	-
		101,60 < e ≤ 127,00												
		127,00 < e ≤ 203,20												
	K	e ≤ 101,60	0,170	0,500 – 1,200	0,040	0,050	0,250 – 0,500	0,400 – 0,700	0,100	0,400	0,300 – 0,500	0,005 – 0,050	-	-
		101,60 < e ≤ 127,00												
		127,00 < e ≤ 203,20												

Norma	Grau		Propriedades Mecânicas			
			LE (MPa) mín.	LR (MPa) mín.	Along. Mín.	Dobramento a 180° Calço em Função da Espessura (E) em mm
USI SAC	300		300	400 - 550	19	1,5
	350		350	500 - 650	16	
ASTM A 242	Tipo 1	e ≤ 19,05	345	480	19	-
		19,05 < e ≤ 38,10	315	460		
		38,10 < e ≤ 101,60	290	435		
	Tipo 2	e ≤ 19,05	345	480	19	-
		19,05 < e ≤ 38,10	315	460		
		e > 38,10	290	435		
ASTM A 588	A	e ≤ 101,60	345	485	19	-
		101,60 < e ≤ 127,00	315	460		
		127,00 < e ≤ 203,20	290	435		
	B	e ≤ 101,60	345	485	19	-
		101,60 < e ≤ 127,00	315	460		
		127,00 < e ≤ 203,20	290	435		
	C	e ≤ 101,60	345	485	19	-
		101,60 < e ≤ 127,00	315	460		
		127,00 < e ≤ 203,20	290	435		
	K	e ≤ 101,60	345	485	19	-
		101,60 < e ≤ 127,00	315	460		
		127,00 < e ≤ 203,20	290	435		



2.8. Aços Estruturais Resistentes a Abrasão.

São aços com adições de elementos de liga, temperados, tendo como principal característica a alta dureza, sendo destinados a serviços de alto desgaste mecânico.

Norma	Grau	Composição Química (%)												
		C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Si máx.	Cr máx.	Mo máx.	Ni máx.	Cu máx.	Nb máx.	V máx.	Ti máx.	B ppm máx.
USI AR	360	0,220	1,500	0,030	0,015	0,400	0,800	0,400	-	-	0,050	-	0,045	50
	400	0,270	1,500	0,030	0,015	0,400	0,800	0,400	-	-	0,050	-	0,045	50
	400L	0,190	1,400	0,025	0,010	-	0,400	-	0,050	-	-	-	-	-
	450L	0,250	1,500	0,025	0,010	-	0,400	-	0,200	-	-	-	-	-
	500	0,340	1,500	0,030	0,015	0,400	0,800	0,400	-	-	0,050	-	0,045	50
	500L	0,290	1,200	0,025	0,010	-	0,700	0,400	0,700	-	-	-	-	-
USI SAR	80	0,160	0,600 - 1,200	0,030	0,030	0,150 - 0,350	0,400 - 1,000	0,250 - 0,600	1,500	0,500	-	0,100	-	60
	60	0,160	0,900 - 1,500	0,030	0,025	0,150 - 0,550	0,300	0,300	0,600	-	0,080	0,100	-	60

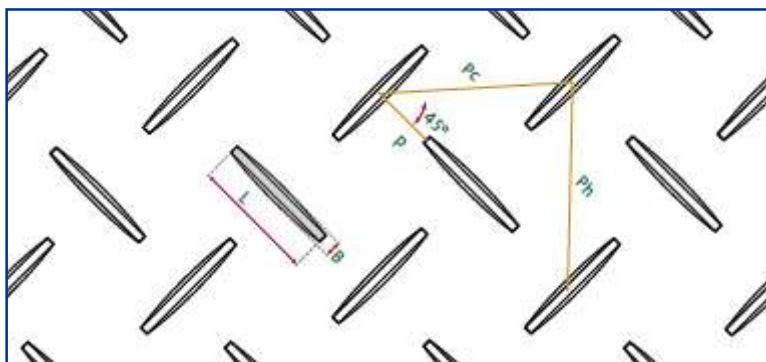
Norma	Grau	Propriedades Mecânicas						
		LE (MPa) mín.	LR (MPa)	Along. Mín.	Dureza (HB)	Dobramento a 180° Calço em Função da Espessura (E) em mm	Resistência Média ao Impacto (Charpy) Entalhe (V) Mín.	
							Temperatura (°C)	Joules (J)
USI AR	360	-	-	-	360 mín.	-	-	-
	400	-	-	-	360 - 440	-	-	-
	400L	-	-	-	360 - 440	-	-	-
	450L	-	-	-	410 - 490	-	-	-
	500	-	-	-	450 - 550	-	-	-
	500L	-	-	-	450 - 550	-	-	-
USI SAR	80	700	800 - 950	24	-	2,0	-20	45
	60	460	600 - 700	28	-	2,0	-10	45

2.9. Aços para Pisos.

O aço para piso segue regras específicas do fabricante, onde há três padrões, conforme ilustrações a seguir, que possuem variação na dimensão dos ressaltos, de forma a abranger variadas condições antiderrapantes.

Norma	Padrão	Composição Química (%)				
		C máx.	Mn máx.	Si máx.	Ceq (C+Mn/6+Si/4)	
					Espessura (mm)	%
USI PISO	I	0,190	0,750	0,300	2,50 ≤ e ≤ 3,10	0,200
					> 3,10	0,400
	II				2,50 ≤ e ≤ 3,10	0,200
					> 3,10	0,400
	III				2,50 ≤ e ≤ 3,10	0,200
					> 3,10	0,400

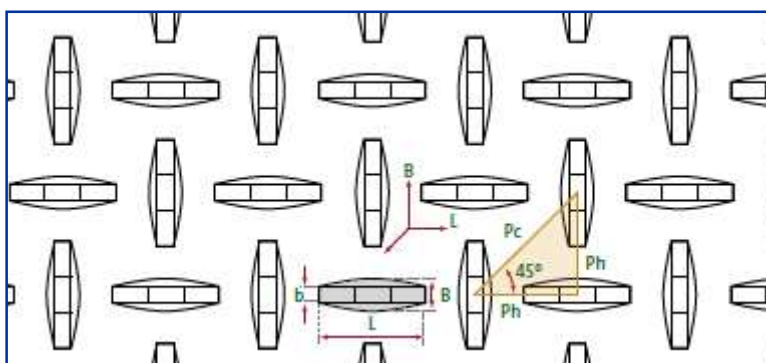
Padrão I



Dimensões Padrão I (mm)					
Passo Pc	Passo Ph	Passo p	Largura B	Comprimento L	Altura do Ressalto
37,0 a 38,0	36,5 a 39,5	1,4 a 2,0	3,9 a 5,0	28,0 a 37,0	1,870

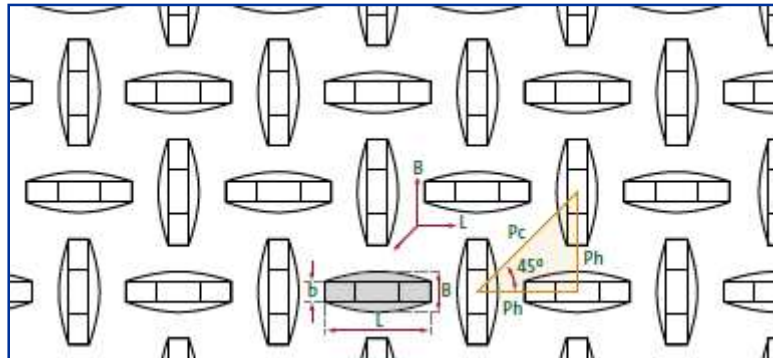
Obs: Não há garantia dessas dimensões. Os valores acima são de referencia, em função da ranhura do cilindro.

Padrão II



Dimensões Padrão II (mm)						
Passo PC	Passo Ph	Largura B	Largura b	Comprimento L	Altura do Ressalto	
34,0 a 38,0	24,0 a 27,0	5,2 a 8,8	3,0 a 4,0	23,5 a 29,5	média = 1,6	mínimo = 1,1

Padrão III



Dimensões Padrão III (mm)						
Passo Pc	Passo Ph	Largura B	Largura b	Comprimento L	Altura do Ressalto	
34,0 a 38,0	24,0 a 27,0	8,3 a 11,0	3,5 a 5,0	23,5 a 29,5	média = 1,6	mínimo = 1,1

3. NORMAS UTILIZADAS NOS AÇOS LAMINADOS A FRIO

Nos últimos anos a MBA vem desenvolvendo novos clientes, visando atender as linhas automotivas e linha branca. A MBA fornece aços laminados a frio para aplicação em uso geral, estampagem, esmaltagem vítrea e estrutural. Mais uma vez a MBA saiu na frente ao disponibilizar em seu estoque novas opções de materiais para seus clientes.

A seguir citaremos as normas, às quais a MBA fornece seus aços laminados a frio, lembrando que as **normas são citadas para efeito de referencia.**

3.1 Aços Para Uso Geral.

Com garantia de composição química e sem restrição de propriedades mecânicas. Seu uso é indicado para processos de dobramento em geral, sendo aplicado em peças estruturais com baixa exigência de conformação, nos setores de construção civil, tubos, linha branca e uso geral. A dureza em faixa pode ser garantida se especificada.

Norma	Grau	Composição Química (%)			
		C	Mn	P	S
SAE J403	1006	0,08 máx.	0,45 máx.	0,030 máx.	0,050 máx.
	1008	0,10 máx.	0,50 máx.		
	1009	0,15 máx.	0,60 máx.		
	1010	0,08 - 0,13	0,30 - 0,60		

Obs: A Norma SAE J403 não dá garantias de propriedades mecânicas.



3.2. Aços Para Estampagem

Podem ser fornecidos como baixo carbono (sem adição de elementos de ligas) ou como ultra baixo carbono (com adição de titânio e/ou nióbio para fixar carbono e nitrogênio).

Esses aços são fornecidos com garantias de propriedades mecânicas, limitando-se, na maioria dos casos, o valor máximo de limite de escoamento (LE), de resistência (LR) e garantindo um alongamento (AL) mínimo. Para aços com exigência de maior conformação, pode-se garantir, também, os coeficientes de anisotropia (r) e encruamento (n).

Seu uso é indicado para processos de estampagem média à estampagem extra crítica, nos quais a resistência, rigidez e ductilidade são requeridas. São aplicados pela indústria automotiva, setores de linha branca, construção civil e uso geral.

Norma	Espessura (mm)	Grau	Composição Química (%)						Propriedades Mecânicas			
			C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Al mín.	Ti máx.	LE (MPa)	LR (MPa)	Along. Mín.	Dureza (HRB) Máx.
EN 10130	≤ 0,50	DC01	0,120	0,600	0,045	0,045	-	-	140 - 320	270 - 410	24	-
	0,50 < e ≤ 0,70								140 - 300		26	
	> 0,70								140 - 280		28	
	≤ 0,50	DC03	0,100	0,450	0,035	0,035	-	-	140 - 280	270 - 370	30	-
	0,50 < e ≤ 0,70								140 - 260		32	
	> 0,70								140 - 240		34	
	≤ 0,50	DC04	0,080	0,400	0,030	0,030	-	-	140 - 250	270 - 350	34	-
	0,50 < e ≤ 0,70								140 - 230		36	
	> 0,70								140 - 210		38	
	≤ 0,50	DC05	0,060	0,350	0,025	0,025	-	-	140 - 220	270 - 330	36	-
	0,50 < e ≤ 0,70								140 - 200		38	
	> 0,70								140 - 180		40	
NBR 5915 (a)	≤ 0,50	DC06	0,020	0,250	0,020	0,020	-	0,300	120 - 210	270 - 330	37	-
	0,50 < e ≤ 0,70								120 - 190		39	
	> 0,70								120 - 170		41	
	EM	EM	0,120	0,600	0,030	0,030	0,010	-	140 - 280	270 - 390	30	-
	EP	EP	0,100	0,450	0,030	0,030	0,010	-	140 - 260	270 - 370	35	-
	EEP G1	EEP G1	0,080	0,450	0,030	0,030	0,010	-	140 - 230	270 - 350	38	-

NBR 5915 - Embutimento Mínimo Erichsen (mm) – Altura do Embutimento – Tabela Parcial										
Grau	Espessura Nominal em mm									
	0,35	0,40	0,50	0,70	0,90	1,20	1,50	1,70	1,90	2,00
EM	Não existe garantia de embutimento									
EP	9,2	9,3	9,5	9,9	10,3	10,8	11,2	11,5	11,7	11,8
EEP G1	9,5	9,6	9,8	10,2	10,6	11,1	11,5	11,8	12,0	12,1
EEP G2										
EEP G3	9,6	9,7	10,0	10,4	10,6	11,3	11,7	11,9	12,2	12,3
EEP G4										



3.3. Aços Estruturais.

São aços com garantia de composição química e propriedades mecânicas com boas características de corte, dobramento e soldabilidade aplicados em componentes estruturais.

Norma	Grau	Composição Química (%)										Propriedades Mecânicas			
		C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Cu máx.	Ni máx.	Cr máx.	Mo máx.	V máx.	Ni máx.	LE (MPa) mín.	LR (MPa) mín.	Along. Mín.	Dobramento a 180° Calço em Função da Espessura (E) em mm
NBR 6649	CF21	0,200	-	0,040	0,040	-	-	-	-	-	-	210	340	24	1,0
	CF24											240	370	22	1,5
	CF26	0,250										260	400	21	2,0
	CF28											280	440	20	
	CF55											550	570	-	-
ASTM A 607	A	0,200	0,600	0,035	0,035	0,200	0,200	0,150	0,060	0,008	0,008	170	290	26	-
	B											205	310	24	-
	C Tipo 1	0,200		0,200								230	330	22	-
	C Tipo 2	0,150													
	D Tipo 1	0,200	0,900	0,035								275	360	20	-
	D Tipo 2	0,150	0,200												
	E	0,200	0,600	0,035											

4. NORMAS DOS AÇOS GALVANIZADOS POR IMERSÃO A QUENTE

Os aços galvanizados, devido as suas excelentes características superficiais, são utilizados em vários segmentos industriais, particularmente pela indústria automotiva.

Esses produtos são usados para aplicações que exigem elevado grau de estampagem, facilidade de soldagem e de tratamento superficial antes da pintura. A MBA fornece aços galvanizados para aplicação em uso geral, estampagem e uso estrutural.

Os tipos de revestimentos que podem ser encontradas nos aços galvanizados por imersão a quente são:

GI: Revestimento de Zinco Puro (Zn)

GA: Revestimento com Ligas Zinco + Ferro (Zn + Fe)

Galvalume: Revestimento com Liga Alumínio + Zinco + Silício (Al + Zn - Si)

A MBA inova constantemente para superar sempre as expectativas dos seus clientes.

A seguir citaremos as normas, às quais a MBA fornece seus aços laminados a frio, lembrando que as **normas são citadas para efeito de referencia.**



4.1. Aços Para Uso Geral.

São aços que se destinam à conformação simples e suas principais aplicações estão na construção civil, tubos, componentes, peças, aplicações onde não se necessita de aprimoramento ou nível de propriedades mecânicas.

Na maioria das especificações é garantida apenas a composição química desses aços.

Norma	Grau	Composição Química (%)					Propriedades Mecânicas			
		C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Al mín.	LE (MPa)	LR (MPa)	Along. Mín.	Dobramento a 180° Calço em Função da Espessura (E) em mm
NBR 7008	ZC	0,150	0,600	0,120	0,035	-	-	-	-	-
ASTM A 653	CS-A	0,100	0,600	0,030	0,035	-	170 - 380	-	20	-
	CS-B	0,020 - 0,150		0,030			205 - 380	-	20	
	CS-C	0,080		0,100			170 - 410	-	15	
EN 10327	DX51D	0,120	0,600	0,100	0,045	-	-	270 - 500	22	-
	FePO2G									

*Na norma NBR 7008 quando não há valor especificado, os teores de Alumínio encontrados devem constar no certificado.

4.2. Aços Para Estampagem.

São aços indicados para a fabricação de peças estampadas, desde deformações mais leves até as mais severas. Alterações em suas composições químicas proporcionam diversos graus de estampabilidade, adequados às aplicações específicas.

Norma	Grau	Composição Química (%)					Propriedades Mecânicas			
		C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Al mín.	LE (MPa)	LR (MPa)	Along. Mín.	Dobramento a 180° Calço em Função da Espessura (E) em mm
NBR 7008	ZE	0,100	0,450	0,030	0,030	-	140 - 300	420 máx.	26	-
	ZEE G1	0,080	0,450	0,030	0,030	0,010	140 - 260	380 máx.	31	-
	ZEE G2	0,080	0,450	0,030	0,020	0,010	140 - 220	350 máx.	37	-
	ZEE G3	0,010	0,300	0,020	0,020	0,010	140 - 200	350 máx.	40	-
	ZEE G4	0,010	0,300	0,020	0,020	0,010	120 - 180	350 máx.	40	-
ASTM A 653	FS-A	0,100	0,500	0,020	0,035	-	170 - 310	-	26	-
	FS-B	0,020 - 0,100	0,500	0,020	0,030	-	170 - 310	-	26	-
	DDS-A	0,060	0,500	0,020	0,025	0,010	140 - 240	-	32	-
	DDS-C	0,020	0,500	0,020 - 0,100	0,025	0,010	170 - 280	-	32	-
	EDDS	0,020	0,400	0,020	0,020	0,010	105 - 170	-	40	-
EN 10327	DX52D	0,120	0,600	0,100	0,045	-	140 - 300	270 - 420	26	-
	DX53D	0,120	0,600	0,100	0,045	-	140 - 260	270 - 380	30	-
	DX54D	0,120	0,600	0,100	0,045	-	120 - 220	260 - 350	36	-
	DX56D	0,120	0,600	0,100	0,045	-	120 - 180	260 - 350	39	-
	FePO3G	0,120	0,600	0,100	0,045	-	140 - 300	270 - 420	26	-
	FePO5G	0,120	0,600	0,100	0,045	-	140 - 260	270 - 380	30	-
	FePO6G	0,120	0,600	0,100	0,045	-	120 - 220	260 - 350	36	-
	FePO7G	0,120	0,600	0,100	0,045	-	120 - 180	260 - 350	39	-



4.3. Aços Estruturais.

São aços que possuem alta resistência mecânica e são indicados principalmente para usos planos e em aplicações que requeiram dobramentos simples, corrugações ou estampagem leve.

Norma	Grau	Composição Química (%)					Propriedades Mecânicas			
		C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Al mín.	LE (MPa) mín.	LR (MPa) mín.	Along. Mín.	Dobramento a 180° Calço em Função da Espessura (E) em mm
NBR 7008	ZAR 230	0,200	-	0,040	0,040	-	230	310	22	-
	ZAR 250	0,200	-	0,100	0,040	-	250	360	17	-
	ZAR 280	0,200	-	0,100	0,040	-	280	380	16	-
	ZAR 320	0,200	-	0,100	0,040	-	320	390	14	-
	ZAR 345	0,200	-	0,200	0,040	-	345	430	12	-
	ZAR 400	0,200	-	0,200	0,040	-	400	450	10	-
	ZAR 550	0,200	-	0,200	0,040	-	550	570	-	-
ASTM A 653	SS230	0,200	1,350	0,100	0,040	-	230	310	20	-
	SS255	0,200	1,350	0,100	0,040	-	255	360	18	-
	SS275	0,250	1,350	0,100	0,040	-	275	380	16	-
	SS340 C1	0,250	1,350	0,200	0,040	-	340	450	12	-
	SS340 C2	0,250	1,350	0,200	0,040	-	340	-	12	-
	SS340 C3	0,250	1,350	0,040	0,040	-	340	480	12	-
	SS340 C4	0,250	1,350	0,200	0,040	-	340	410	12	-
	SS380	0,250	1,350	0,040	0,040	-	380	480	11	-
	SS550 C1	0,200	1,350	0,040	0,040	-	550	570	-	-
	SS550 C2	0,020	1,350	0,050	0,020	-	550	570	-	-

*Na norma NBR 7008 quando não há valor especificado, os teores de Manganês e Alumínio encontrados devem constar no certificado.

4.4. Galvalume

São aços que possuem como principal característica a resistência térmica, podendo ser aplicado em diversos segmentos, desde construção civil, passando por setores automotivos até a linha branca. A maior refletividade térmica dos aços Galvalume resulta em maior eficiência térmica, proporcionando significativa redução de custos.

Norma	Aplicação	Grau	Composição Química (%)				Propriedades Mecânicas		
			C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	LE (MPa) mín.	LR (MPa) mín.	Along. Mín.
ASTM A 792	Uso Geral	CSA	0,100	0,600	0,030	0,035	205 - 410	-	20
		CSB	0,020 - 0,150	0,600	0,030	0,035	245 - 410	-	20
		CSC	0,080	0,600	0,100	0,035	205 - 450	-	15
	Estampagem	FS	0,020 - 0,100	0,500	0,020	0,030	170 - 275	-	24
		DS	0,060	0,500	0,020	0,025	140 - 240	-	30
	Estrutural	SS33 (230)	0,200	-	0,040	0,040	230	310	20
		SS37 (255)	0,200	-	0,100	0,040	255	360	18
		SS40 (275)	0,250	-	0,100	0,040	270	380	16
		SS50 (340) C1	0,250	-	0,200	0,040	345	450	12
		SS50 (340) C2	0,250	-	0,200	0,040	345	-	12
		SS50 (340) C4	0,250	-	0,200	0,040	345	415	12
		SS80 (550)	0,200	-	0,040	0,040	550	570	-



4.5. Revestimentos.

A zincagem é um dos processos mais efetivos e econômicos empregados para proteger o aço contra corrosão atmosférica. A proteção do aço pelo revestimento de zinco se desenvolve segundo dois mecanismos: proteção por barreira exercida pela camada de revestimento e proteção galvânica ou sacrificial, operante nos casos de exposição simultânea do par aço-zinco (arranhões, cortes e bordas).

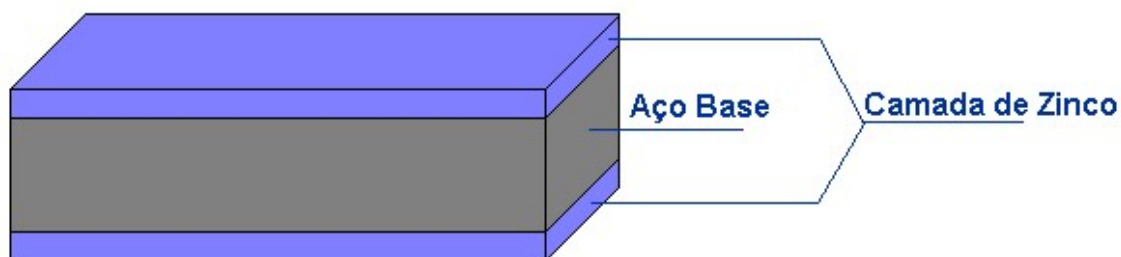
A zincagem é realizada através do processo de imersão a quente, o mesmo consiste em mergulhar o material em um fosso com zinco em estado líquido de maneira contínua. As ligas podem ser encontradas da seguinte forma:

GI: Revestimento de Zinco Puro (Zn)

GA: Revestimento com Ligas Zinco + Ferro (Zn + Fe)

Galvalume: Revestimento com Liga Alumínio + Zinco + Silício (Al + Zn-Si)

O fator que determina a resistência à corrosão dos materiais galvanizados é a quantidade de zinco depositado em sua superfície conforme a imagem a seguir:



A deposição de 100 g/m^2 corresponde a uma espessura de aproximadamente **$7,1 \text{ }\mu\text{m}$ ($7,1 \text{ microns} = 0,0071 \text{ mm}$)** por face. No revestimento Galvalume uma massa de revestimento de 100 g/m^2 corresponde a uma espessura de aproximadamente $26,636 \text{ }\mu\text{m}$ ($26,636 \text{ microns} = 0,026636 \text{ mm}$).



A tabela a seguir indica a massa mínima de revestimento depositado na superfície do aço base de acordo com a designação do revestimento ou aplicação a qual o material será submetido.

Norma	Liga	Designação do Revestimento	Massa Mínima de Revestimento (g/m ²)		Designação Antiga (NBR 7008)
			Ensaio Triplo	Ensaio Individual	
NBR 7008	GI	Z 85	85	75	X
		Z 100	100	85	Z
		Z 140	140	120	Z
		Z 180	180	150	A
		Z 225	225	195	A
		Z 275	275	235	B
		Z 350	350	300	C
		Z 450	450	385	D
	GA	Z 600	600	510	G
		ZF 85	85	45	X
		ZF 100	100	85	Z
		ZF 140	140	120	Z
ASTM A 653	GI	Z 120	120	90	-
		Z 180	180	150	-
		Z 275	275	235	-
		Z 305	305	275	-
		Z 500	500	425	-
		Z 550	550	475	-
	GA	Z 600	600	510	-
		ZF 75	75	60	-
		ZF 90	90	75	-
		ZF 120	120	90	-
		ZF 180	180	150	-
		ZF 350	350	300	-
ASTM A 792	Galvalume	AZM 150	150	130	-
		AZM 165	165	150	-
		AZM 180	180	155	-

4.6 Cristalizações (GI).

Durante a solidificação do zinco, acontece a cristalização. Existem dois tipos de cristalização, são elas:

Cristalização Normal ou Escamada: É obtida como resultado do **crescimento livre dos cristais de zinco**, durante a solidificação normal. Podem ocorrer diferentes tamanhos de cristal, falta de cristalização ou diferenças de brilho, dependendo das condições do processo. Tais condições não afetam a qualidade final do revestimento.

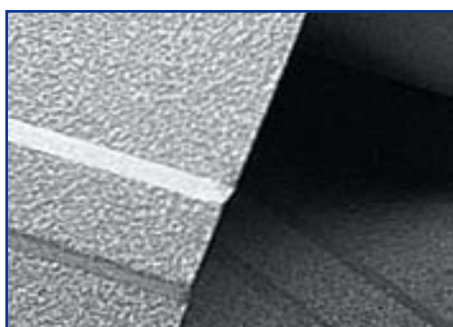
Cristalização Minimizada ou Lisa: É obtida como resultado da **limitação de crescimento dos cristais de zinco** por meios apropriados.



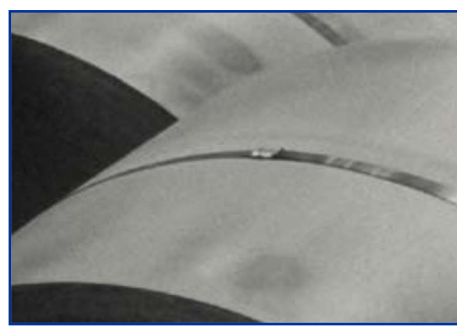
GI - Cristalização Normal



GI - Cristalização Minimizada



Galvalume



GA

Tolerâncias Dimensionais para Aços Planos

5. INTRODUÇÃO

Este Catálogo Técnico de Limitações tem por finalidade apresentar as Tolerâncias Dimensionais e de Forma dos Aços Planos e Não Planos para aplicação industrial, construção civil e construção naval.

6. CARACTERÍSTICAS DAS CHAPAS LAMINADAS A QUENTE

6.1 Tolerâncias na Espessura Chapas Laminadas a Quente Norma NBR 11888-15

Espessura	Afastamento Superior e Inferior em função da Largura (mm)					
	Tolerâncias Normais			Tolerâncias Restritivas		
	$L \leq 1200$	$1200 < L \leq 1500$	$L > 1500$	$L \leq 1200$	$1200 < L \leq 1500$	$L > 1500$
$e \leq 2,00$	0,15	0,18	0,18	0,11	0,13	0,13
$2,00 < e \leq 2,50$	0,18	0,20	0,20	0,13	0,15	0,15
$2,50 < e \leq 4,50$	0,20	0,22	0,25	0,15	0,17	0,19
$4,50 < e \leq 5,00$	0,22	0,25	0,28	0,17	0,19	0,21

6.2. - Espessuras Padrão – Chapas Fina a Quente Norma NBR 11888 / 15

Bitolas	18	16	14	13	12	11	10	9	8	7	3/16"	6
Espessura	1,20	1,50	2,00	2,25	2,65	3,00	3,35	3,75	4,25	4,50	4,75	5,00

* Estas espessuras são preferenciais, isto é, são espessuras padrões em pelo menos em uma usina.



6.3. - Tolerâncias na Largura Chapa Laminada a Quente Norma NBR 11888 / 15

Largura (L)	Tolerância (mm)	
	Bordas naturais	Bordas aparadas
$L < 1200$	22	7
$1200 < L < 1500$	25	7
$L > 1500$	30	8
Afastamento Inferior ZERO		

6.4 - Tolerância no Comprimento Chapa Laminada a Quente Norma NBR 11888 / 15

Comprimento (C)	Afastamento Máximo Superior (mm)	
	Normal	Restritivo
$C < 1500$	12	6
$1500 < C < 4500$	20	10
$C > 4000$	30	10
Afastamento Inferior ZERO		

6.5 – Tolerância no Desvio de Aplainamento de Chapas Finas a Quente Norma NBR 11888 / 15

Espessura (e)	Desvio de aplainamento de chapas finas a quente em função da Largura (mm)					
	Aço baixa resistência			Aço alta resistência (a)		
	$L \leq 1200$	$1200 < L \leq 1500$	$L \leq 1500$	$L \leq 1200$	$1200 < L \leq 1500$	$L > 1500$
$e \leq 0,50$	18	20	25	23	25	31
$2,00 < e \leq 5,00$	15	18	23	19	23	29

(a) No caso de aços alta resistência com limite de escoamento mínimo especificado maior 400 MPa, esses valores devem ser acrescidos de 25%.

6.6. – Tolerâncias no empeno lateral de chapas finas a quente de aço baixa resistência ou aço alta resistência em bordas aparadas Norma NBR 11888 / 15

Comprimento (mm)	Empeno lateral permissível (a)
$C - 1000$	3
$1000 < C - 1500$	5
$1500 < C - 2000$	6
$2000 < C - 3000$	8
$3000 < C - 4000$	12
$4000 < C - 5000$	16
$5000 < C - 6000$	22
$6000 < C - 9000$	32
$9000 < C - 12000$	38

(a) O empeno lateral permissível, no caso de bobinas, é de 20 mm em cada trecho de 6000 mm em bordas aparadas



7. CARACTERÍSTICAS DAS CHAPAS LAMINADAS A FRIO

7.1. - Espessuras Padrão – Chapas Fina a Frio Norma NBR 11888 / 15

Espessura	Afastamento Superior e Inferior em função da Largura (mm)					
	Tolerâncias Normais			Tolerâncias Restritivas		
	$L \leq 1200$	$1200 < L \leq 1500$	$L > 1500$	$L \leq 1200$	$1200 < L \leq 1500$	$L > 1500$
$0,30 \leq e \leq 0,40$	0,04	0,05	0,06	0,03	0,04	0,05
$0,40 < e \leq 0,60$	0,04	0,05	0,06	0,03	0,04	0,05
$0,60 < e \leq 0,80$	0,05	0,06	0,07	0,04	0,05	0,05
$0,80 < e \leq 1,00$	0,06	0,07	0,08	0,05	0,06	0,07
$1,00 < e \leq 1,20$	0,07	0,08	0,09	0,06	0,07	0,07
$1,20 < e \leq 1,60$	0,10	0,11	0,11	0,07	0,08	0,08
$1,60 < e \leq 2,00$	0,12	0,13	0,13	0,08	0,09	0,09
$2,00 < e \leq 2,50$	0,14	0,15	0,15	0,10	0,11	0,11
$e < 2,50$	0,16	0,17	0,17	0,11	0,12	0,12

*Normas citadas para efeito de referência.

7.2. - Espessuras Padrão – Chapas Fina a Frio Norma NBR 11888 / 15

Bitolas	26	24	22	20	19	18	16	15	14	13	12	11
Espessura	0,45	0,60	0,75	0,90	1,06	1,20	1,50	1,70	1,90	2,25	2,65	3,00

* Estas espessuras são preferenciais, isto é, são espessuras padrões em pelo menos em uma usina.

7.3. - Tolerância na Largura Chapa Laminada a Frio Norma NBR 11888 / 15

Largura (L)	Tolerância (mm)	
	Bordas naturais	Bordas aparadas
$L \leq 1200$	+ 20	+ 5
$L > 1200$	+ 25	+ 8
Afastamento Inferior ZERO		

*Normas citadas para efeito de referência.

7.4 - Tolerância no Comprimento Chapa Laminada a Frio Norma NBR 11888 / 15

Comprimento (mm)	Tolerância (mm)
$C \leq 1500$	6
$1500 < C \leq 3000$	10
$3000 < C \leq 6000$	15
$C > 6000$	20
Afastamento Inferior ZERO	

*Normas citadas para efeito de referência.



7.5 - Tolerâncias no desvio de aplainamento de chapas finas a frio NBR 11888/15

Espessura (e)	Desvio de Aplainamento de chapas finas a frio em função da Largura (mm)					
	Aço baixa resistência			Aço alta resistência (a)		
	$L \leq 1000$	$1000 < L \leq 1500$	$L \leq 1500$	$L \leq 1000$	$1000 < L \leq 1500$	$L > 1500$
$e \leq 0,70$	15	18	23	18	22	29
$0,70 < e \leq 1,25$	13	15	20	15	19	25
$e \geq 1,25$	10	13	19	13	16	23

(a) No caso de aços alta resistência com limite de escoamento mínimo especificado maior 400 MPa, esses valores devem ser acrescidos de 25%.

*Normas citadas para efeito de referência.

7.6 – Tolerâncias no empeno lateral de chapas finas a frio de aço baixa resistência ou aço alta resistência em bordas aparadas – NBR 11888 / 08

Comprimento (mm)	Empeno lateral permissível (a)
C - 1000	3
$1000 < C - 1500$	5
$1500 < C - 2000$	6
$2000 < C - 3000$	8
$3000 < C - 4000$	12
$4000 < C - 5000$	16
$5000 < C - 6000$	22
$6000 < C - 9000$	32
$9000 < C - 12000$	38

(a) O empeno lateral permissível, no caso de bobinas, é de 25 mm em cada trecho de 6000 mm em bordas aparadas

*Normas citadas para efeito de referência.

8. CARACTERÍSTICAS DAS CHAPAS GROSSAS

8.1. - Tolerância na Espessura Norma NBR 11889 / 13

Espessura	Afastamento Superior na Espessura em Função da Largura. (%)			
	$L \leq 1200$	$1200 < L \leq 1500$	$1500 < L \leq 1800$	$2400 < L \leq 2700$
$e \leq 6,00$	6,0	7,0	8,0	12,0
$6,00 < e \leq 8,00$	6,0	6,0	7,0	10,5
$8,00 < e \leq 9,50$	5,0	6,0	6,0	8,5
$9,50 < e \leq 11,00$	4,5	5,0	6,0	8,0
$11,00 < e \leq 12,50$	4,0	4,5	5,0	7,0
$12,50 < e \leq 16,00$	4,0	4,0	4,5	6,5
$16,00 < e \leq 20,00$	4,0	4,0	4,0	6,0
$20,00 < e \leq 25,00$	3,5	4,0	4,0	5,0
$25,00 < e \leq 50,00$	3,5	3,5	4,0	4,5
$50,00 < e \leq 75,00$	3,5	3,5	3,5	4,5
$75,00 < e \leq 100,00$	3,5	3,5	3,5	4,0
$100,00 < e \leq 150,00$	3,0	3,0	3,0	3,0
Afastamento Inferior 0,25 mm				



8.2. - Tolerância na Largura das Bobinas e Chapas Grossas com Bordas Naturais Norma NBR 11889 / 13

Largura nominal (L)	Afastamento Superior	
	Laminador contínuo	Laminador reversível
L – 1200	30	120
1200 < L - 1500	30	150
1500 < L - 1800	35	180
L > 1800	40	200
Afastamento Inferior: zero		

*Normas citadas para efeito de referencia.

8.3 - Tolerância no Comprimento de Bobinas e Chapas Grossas Norma NBR 11889 / 13

Comprimento (mm)	Lam. Contínuo	Lam. Reversível
C - 3000	20	30
3000 < C - 6000	30	35
6000 < C - 9000	35	40
9000 < C - 12000	40	50
12000 < C - 15000	45	50
C > 15000	55	65
Afastamento Inferior ZERO		

*Normas citadas para efeito de referencia.

8.4. - Tolerâncias no desvio de aplainamento de Chapas Grossas Norma NBR 11889 / 13

Espessura (e)	Desvio de Aplainamento de Chapas Grossas em função da Largura (mm)									
	L ≤ 1200		1200 < L ≤ 1500		1500 < L ≤ 2000		2500 < L ≤ 3000		L > 3000	
	AR	BR	AR*	BR*	AR	BR	AR	BR	AR	BR
e < 6,50	30	20	38	25	53	35	68	45	75	50
6,50 < e ≤ 9,50	23	15	30	20	45	30	60	40	60	40
9,50 < e ≤ 13,00	23	15	23	15	30	20	45	30	53	35
13,00 < e ≤ 19,00	23	15	23	15	23	15	38	25	45	30
19,00 < e ≤ 25,00	23	15	23	1	23	15	30	20	45	30
25,00 < e ≤ 50,00	23	15	23	15	23	15	23	15	45	30
e ≤ 50,00	15	10	15	10	23	15	23	15	38	25
* AR = Alta resistência e BR = Baixa Resistência										



9. CARACTERÍSTICAS DAS CHAPAS ZINCADAS

9.1. Tolerância de Espessura Chapas Zincadas Norma NBR 7013/13

Afastamento Superior e Inferior / Largura (mm)				
Espessura (mm)	$L \leq 1200$	$1200 < L \leq 1500$	$L > 1500$	$L > 1200 - LE \geq 280 \text{ MPa}$
$e \leq 0,40$	$\pm 0,04$	$\pm 0,05$	-	$\pm 0,05$
$0,40 < e \leq 0,60$	$\pm 0,04$	$\pm 0,05$	$\pm 0,06$	$\pm 0,06$
$0,60 < e \leq 0,80$	$\pm 0,05$	$\pm 0,06$	$\pm 0,07$	$\pm 0,06$
$0,80 < e \leq 1,00$	$\pm 0,06$	$\pm 0,07$	$\pm 0,08$	$\pm 0,07$
$1,00 < e \leq 1,20$	$\pm 0,07$	$\pm 0,08$	$\pm 0,09$	$\pm 0,09$
$1,20 < e \leq 1,60$	$\pm 0,10$	$\pm 0,11$	$\pm 0,12$	$\pm 0,11$
$1,60 < e \leq 2,00$	$\pm 0,12$	$\pm 0,13$	$\pm 0,14$	$\pm 0,14$

*Normas citadas para efeito de referencia.

9.2 Tolerâncias de Largura Chapas Zincadas Norma NBR 7013/13

Largura	Bordas Naturais	Bordas Aparadas
$L < 1200$	+ 20	+ 5
$1200 \leq L < 1500$	+ 20	+ 6
$L \geq 1500$	+ 20	+ 7

*Normas citadas para efeito de referencia.

9.3 Tolerâncias de Comprimento Chapas Zincadas Norma NBR 7013/13

Comprimento	Tolerância
$C \leq 2000$	+ 6
$C > 2000$	+ 0,003 X C

*Normas citadas para efeito de referencia.



10. CARACTERÍSTICAS DAS CHAPAS PISO

10.1. – Tolerâncias de Espessura – Chapas Piso – NBR 6841/88

Tolerâncias de Espessura		
Espessura (e)	Afastamento Superior	Afastamento Inferior
$3,00 \leq e \leq 3,35$	0,42	0,25
$3,35 < e \leq 4,50$	0,56	
$4,50 < e \leq 5,00$	0,6	
$5,00 < e \leq 6,30$	0,74	
$6,30 < e \leq 8,00$	0,82	
$8,00 < e \leq 9,50$	0,91	
$9,50 < e \leq 11,20$	0,92	
$11,20 < e \leq 13,35$	0,95	
A espessura é garantida pelas usinas fornecedoras através de seu certificado de qualidade. Baseada na Norma NBR 6841.		

10.2. – Tolerância de Largura – Chapas Piso – NBR 6841/88

Tolerância De Largura (mm)				
Bordas Naturais		Bordas Aparadas		
Largura	Tolerância	Largura	Tolerância Em Função Da Espessura (e)	
500 ≤ L ≤ 600	18	QUALQUER	3,0 ≤ e ≤ 10,0	10,0 < e < 12,7
600 < L ≤ 700	24		10	13
700 < L ≤ 800	28			
800 < L ≤ 1200	32			
1200 < L ≤ 1500	38		-3	-6
1500 < L ≤ 1650	41			
1650 < L ≤ 1800	44			
1800 < L ≤ 2000	48			
L > 2000	51			
Não há tolerância abaixo da largura nominal (afastamento Inferior ZERO).				
Baseada na Norma NBR 6841				

Classificação dos Defeitos de Forma para Aços Planos

11. INTRODUÇÃO

Este Catálogo Técnico de Limitações tem por finalidade apresentar a Classificação dos Defeitos de Forma dos Aços Planos e Não Planos para aplicação industrial, construção civil e construção naval.

12. CLASSIFICAÇÕES DOS DEFEITOS DE FORMA

A classificação dos defeitos de forma nas chapas e tiras processadas nos centros de serviços, os defeitos relacionados, são visíveis a olho nu e passíveis de classificação, de acordo com sua intensidade conforme norma NBR8269/89.

12.1 Abaulamento longitudinal (AL).

Conforme figura 1.

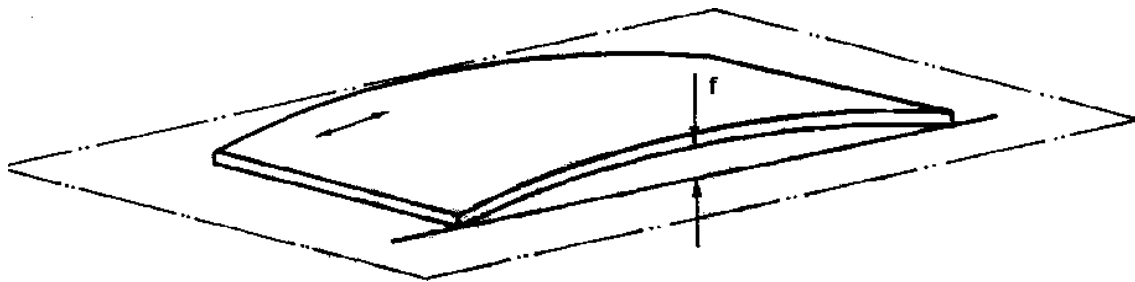


FIGURA 1 – Abaulamento Longitudinal

Abaulamento longitudinal tem a seguinte classificação:

- a) AL – 02 ($f \leq 2.0 \text{ mm}$);
- b) AL – 04 ($2.0 \text{ mm} < f \leq 4.0 \text{ mm}$);
- c) AL – 08 ($4.0 \text{ mm} < f \leq 8.0 \text{ mm}$);
- d) AL – 12 ($8.0 \text{ mm} < f \leq 12.0 \text{ mm}$);
- e) AL – 16 ($12.0 \text{ mm} < f \leq 16.0 \text{ mm}$);

Nota: O comprimento de referência para a medição da flecha (f) deve ser estabelecido por acordo prévio entre produtor e comprador.

12.2. - Abaulamento transversal (AT).

Conforme Figura 2.

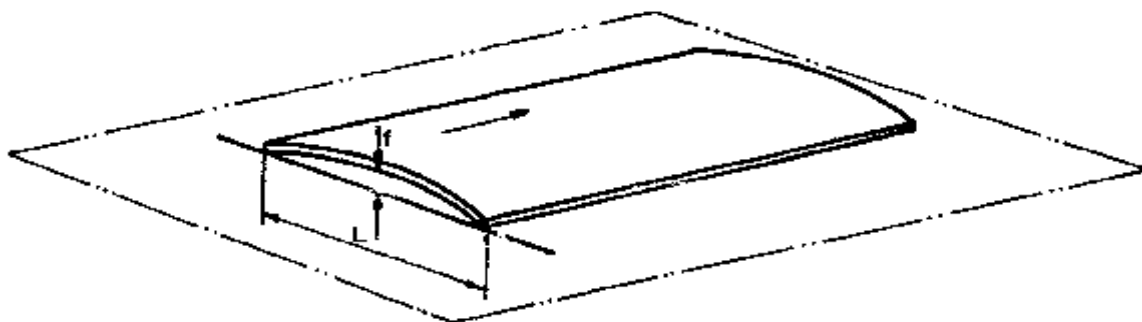


FIGURA 2 – Abaulamento Transversal

O abaulamento transversal tem a seguinte classificação:

- a) AT – 0.15 ($f \leq 0.15\% L$);
- b) AT – 0.30 ($0.15\% L < f \leq 0.30\%$);
- c) AT – 0.50 ($0.30\% L < f \leq 0.50\%$);
- d) AT – 1.00 ($0.50\% L < f \leq 1.00\%$);
- e) AT – 3.00 ($1.00\% L < f \leq 3.00\%$);

12.3. - Abaulamento borda.

Este defeito, conforme figura 3, não é classificável em relação à intensidade, simplesmente deve-se constar sua presença ou não. Não é aceitável em materiais cortados nos centros de serviço.

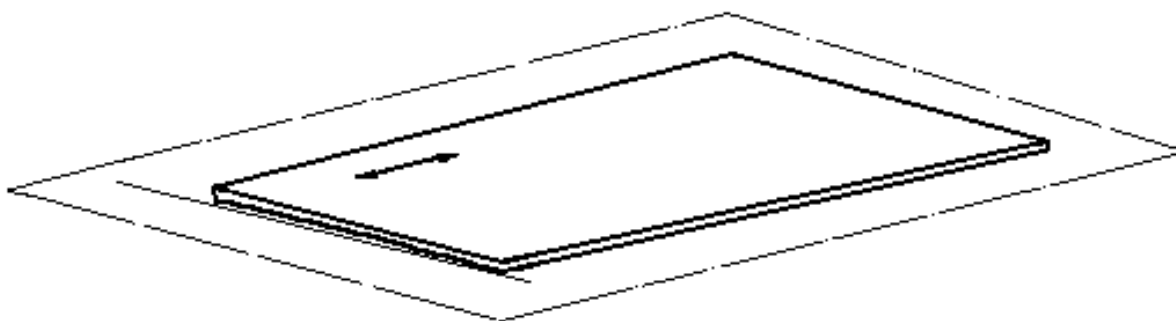


FIGURA 3 – Abaulamento de Borda

12.4. - Ondulação total (OT).

Conforme figura 4.

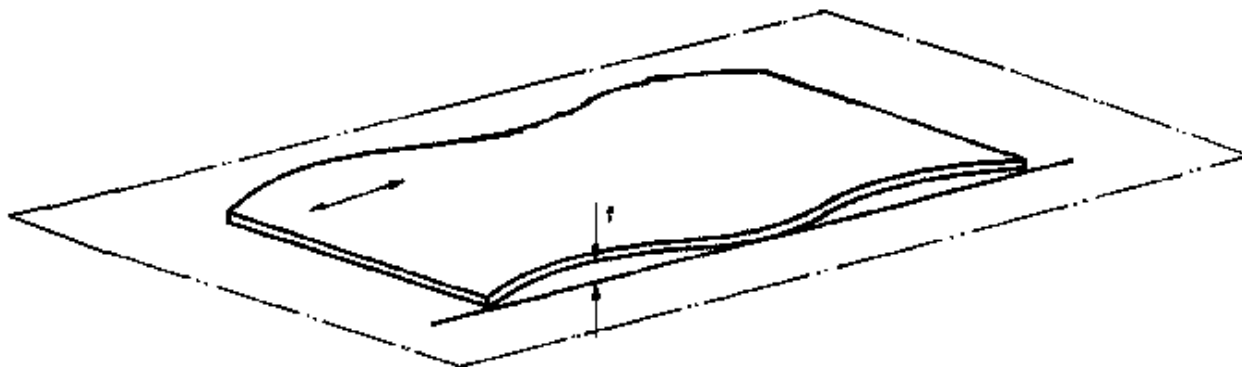


FIGURA 4 – Ondulação Total

A ondulação total tem a seguinte classificação:

- a) OT – 02 ($f \leq 2.0 \text{ mm}$);
- b) OT – 04 ($2.0 \text{ mm} < f \leq 4.0 \text{ mm}$);
- c) OT – 08 ($4.0 \text{ mm} < f \leq 8.0 \text{ mm}$);
- d) OT – 12 ($8.0 \text{ mm} < f \leq 12.0 \text{ mm}$);
- e) OT – 16 ($12.0 \text{ mm} < f \leq 16.0 \text{ mm}$);

Nota: O comprimento de referência e o número de ondas para a medição da flecha (f) deve ser estabelecido por acordo prévio entre produtor e comprador.

12.5 Ondulação borda (OB).

Conforme figura 5.

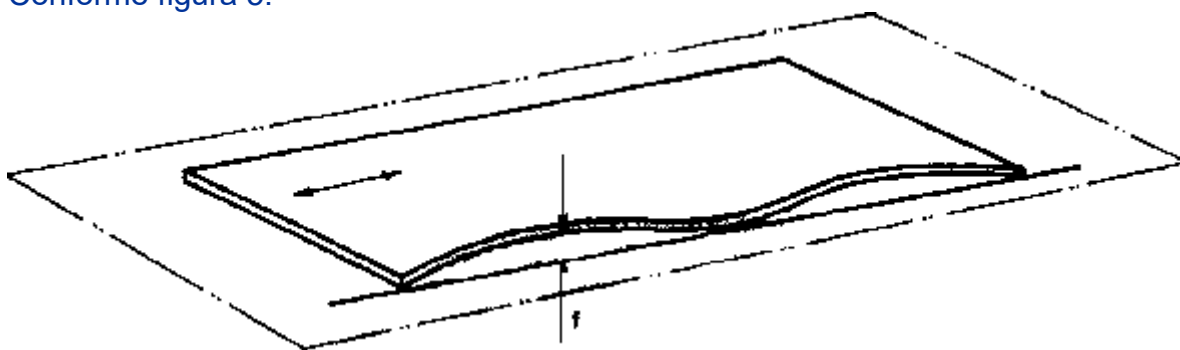


FIGURA 5 – Ondulação de Borda

A ondulação de borda tem a seguinte classificação:

- a) OB – 02 ($f \leq 2.0 \text{ mm}$);
- b) OB – 04 ($2.0 \text{ mm} < f \leq 4.0 \text{ mm}$);
- c) OB – 08 ($4.0 \text{ mm} < f \leq 8.0 \text{ mm}$);
- d) OB – 12 ($8.0 \text{ mm} < f \leq 12.0 \text{ mm}$);
- e) OB – 16 ($12.0 \text{ mm} < f \leq 16.0 \text{ mm}$);

Nota: O comprimento de referência e o número de ondas para a medição da flecha (f) devem ser estabelecidos por acordo prévio entre produtor e comprador.

12.6. - Ondulação central (OC).

Conforme figura 6.

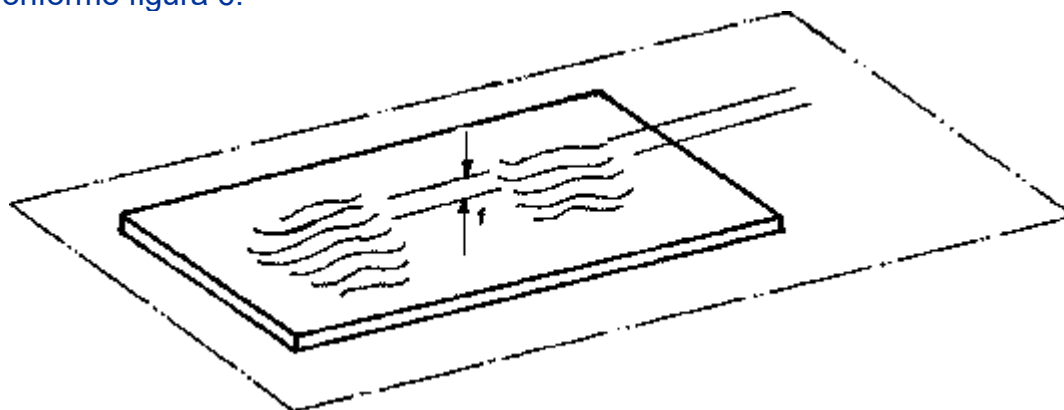


FIGURA 6 – Ondulação de Central

A ondulação central tem a seguinte classificação:

- a) OC – 02 ($f \leq 2.0 \text{ mm}$);
- b) OC – 04 ($2.0 \text{ mm} < f \leq 4.0 \text{ mm}$);
- c) OC – 08 ($4.0 \text{ mm} < f \leq 8.0 \text{ mm}$);
- d) OC – 12 ($8.0 \text{ mm} < f \leq 12.0 \text{ mm}$);
- f) OC – 16 ($12.0 \text{ mm} < f \leq 16.0 \text{ mm}$);

Nota: O comprimento de referência e o número de ondas para a medição da flecha (f) devem ser estabelecidos por acordo prévio entre produtor e comprador.

12.7. - Desvio de esquadria (DE).

Conforme figura 7.

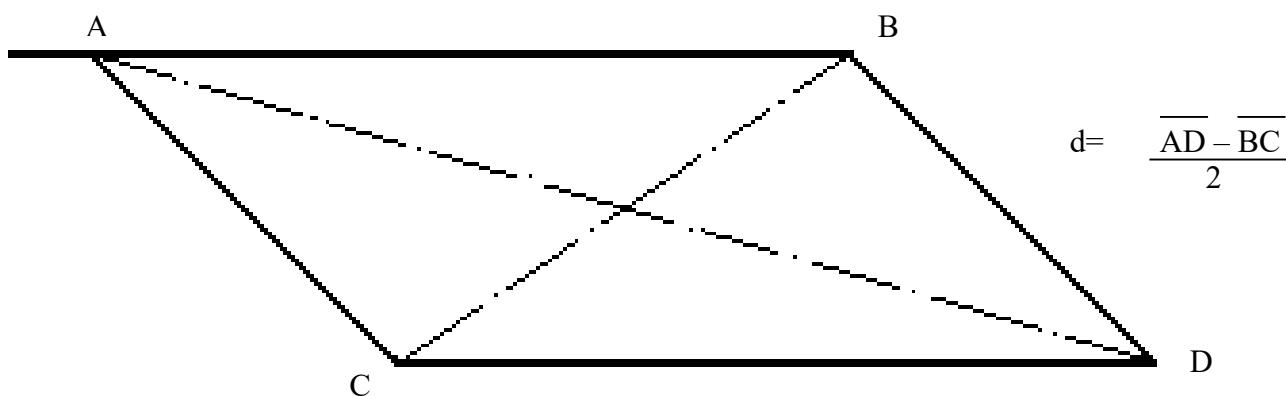


FIGURA 7 – Desvio de Esquadria

O desvio de esquadria tem a seguinte classificação:

- a) DE – 02 ($d \leq 2.0 \text{ mm}$);
- b) DE – 04 ($2.0 \text{ mm} < d \leq 4.0 \text{ mm}$);
- c) DE – 08 ($4.0 \text{ mm} < d \leq 8.0 \text{ mm}$);
- d) DE – 10 ($8.0 \text{ mm} < d \leq 10.0 \text{ mm}$);

Nota: O comprimento nominal e a tolerância devem ser garantidos quando $d = 0 \text{ mm}$.

12.8. - Empeno lateral (EL).

Conforme figura 8.

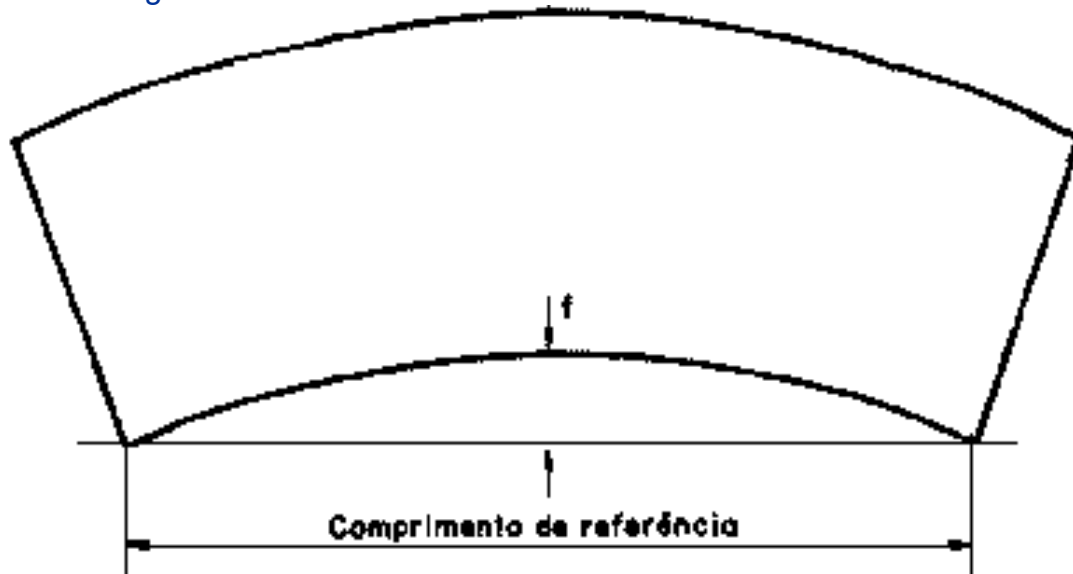


FIGURA 8 – Empeno Lateral

O empeno lateral tem a seguinte classificação:

- a) EL – 01 ($f \leq 1.0 \text{ mm}$);
- b) EL – 02 ($1.0 \text{ mm} < f \leq 2.0 \text{ mm}$);
- c) EL – 03 ($2.0 \text{ mm} < f \leq 3.0 \text{ mm}$);
- d) EL – 04 ($3.0 \text{ mm} < f \leq 4.0 \text{ mm}$);
- e) EL – 06 ($4.0 \text{ mm} < f \leq 6.0 \text{ mm}$);
- f) EL – 08 ($6.0 \text{ mm} < f \leq 8.0 \text{ mm}$);
- g) EL – 12 ($8.0 \text{ mm} < f \leq 12.0 \text{ mm}$);
- h) EL – 16 ($12.0 \text{ mm} < f \leq 16.0 \text{ mm}$);
- i) EL – 20 ($16.0 \text{ mm} < f \leq 20.0 \text{ mm}$);

Nota: O comprimento de referencia e o numero de ondas para a medição da flecha (f), devem ser estabelecidos por acordo prévio entre o produtor e comprador.

12.9. - Torção (TO).

Conforme figura 9.

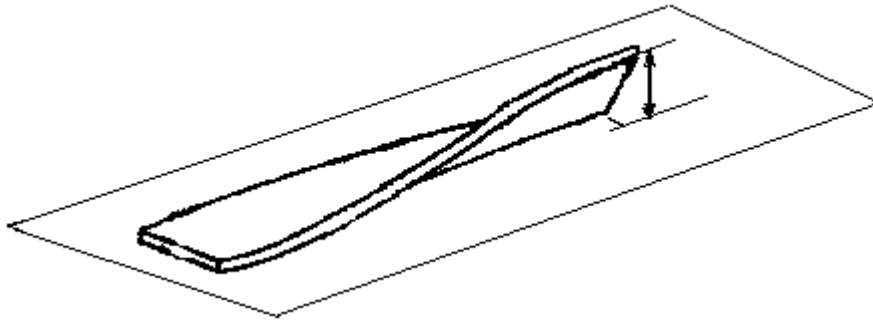


FIGURA 9 – Torção

A torção tem a seguinte classificação:

- a) TO – 02 ($f \leq 2.0 \text{ mm}$);
- B TO – 04 ($2.0 \text{ mm} < f \leq 4.0 \text{ mm}$);
- c) TO – 06 ($4.0 \text{ mm} < f \leq 6.0 \text{ mm}$);
- d) TO – 08 ($6.0 \text{ mm} < f \leq 8.0 \text{ mm}$);
- e) TO – 12 ($8.0 \text{ mm} < f \leq 12.0 \text{ mm}$);
- f) TO – 16 ($12.0 \text{ mm} < f \leq 16.0 \text{ mm}$);
- g) TO – 20 ($16.0 \text{ mm} < f \leq 20.0 \text{ mm}$);

Nota: O comprimento de referencia para a medição da flecha (f), devem ser estabelecidos por acordo prévio entre o produtor e comprador.



13. TABELA DE CONVERSÃO DE POLEGADAS EM MILÍMETROS

Polegadas	Milímetros	Polegadas	Milímetros	Polegadas	Milímetros	Polegadas	Milímetros
1/32	0,794	1 1/32	26,19	2 1/16	52,39	7 1/2	190,50
1/16	1,588	1 1/16	26,99	2 1/8	53,97	8	203,20
3/32	2,38	1 1/32	27,78	2 3/16	55,56	8 1/2	215,90
1/8	3,18	1 1/8	28,57	2 1/4	57,15	9	228,60
5/32	3,97	1 5/32	29,37	2 5/16	58,74	9 1/2	241,30
3/16	4,76	1 3/16	30,16	2 3/8	60,32	10	254,00
7/32	5,56	1 7/32	30,95	2 7/16	61,91	10 1/2	266,70
1/4	6,35	1 1/4	31,75	2 1/2	63,50	11	279,40
9/32	7,14	1 9/32	32,54	2 9/16	65,09	11 1/2	292,10
5/16	7,94	1 5/16	33,34	2 5/8	66,67	12	304,80
11/32	8,73	1 11/32	34,13	2 11/16	68,26	12 1/2	317,50
3/8	9,53	1 3/8	34,92	2 3/4	69,85	13	330,20
13/32	10,32	1 13/32	35,72	2 13/16	71,44	13 1/2	342,90
7/16	11,11	1 7/16	36,51	2 7/8	73,02	14	355,60
15/32	11,91	1 15/32	37,30	2 15/16	74,61	14 1/2	368,30
1/2	12,70	1 1/2	38,10	3	76,20	15	381,00
17/32	13,49	1 17/32	38,89	3 1/8	79,38	15 1/2	393,70
9/16	14,29	1 9/16	39,69	3 1/4	82,55	16	406,40
19/32	15,08	1 19/32	40,48	3 3/8	85,73	16 1/2	419,10
5/8	15,87	1 5/8	41,27	3 1/2	88,90	17	431,80
21/32	16,67	1 21/32	42,07	3 5/8	92,08	17 1/2	444,50
11/16	17,46	1 11/16	42,86	3 3/4	95,25	18	457,80
23/32	18,26	1 23/32	43,65	3 7/8	98,43	18 1/2	470,50
3/4	19,05	1 3/4	44,45	4	101,60	19	482,60
25/32	19,84	1 25/32	45,24	4 1/4	107,95	19 1/2	495,30
13/16	20,64	1 13/16	46,04	4 1/2	114,30	20	508,00
27/32	21,43	1 27/32	46,83	4 3/4	120,65	20 1/2	520,70
7/8	22,22	1 7/8	47,62	5	127,00	21	533,40
29/32	23,02	1 29/32	48,42	5 1/2	139,70	21 1/2	546,10
15/16	23,81	1 15/16	49,21	6	152,40	22	558,80
31/32	24,61	1 31/32	50,00	6 1/2	165,10	22 1/2	571,50
1	25,40	2	50,80	7	177,80	23	574,20

14. TABELA DE CONVERSÃO DE DUREZAS

Tabela de conversão de durezas											
HV	HB			N / mm2	Kgf / mm2	HRb	HRc	HRa	HR15n	HR30n	HR45n
	HB	Ø da calota com 750kgf e esfera de 5mm	Ø da calota com 3000kgf e esfera de 5mm								
80	76	3,32	6,63	255	26						
85	80,7	3,23	6,46	270	27,6	41					
90	85,5	3,15	6,30	285	29,1	48					
95	90,2	3,08	6,15	305	31,1	52					
100	95	3,01	6,01	320	32,7	56,2					
105	99,8	2,94	5,88	335	34,2						
110	105	2,88	5,75	350	35,7	62,3					
115	109	2,83	5,65	370	37,8						
120	114	2,77	5,53	385	39,3	66,7					
125	119	2,72	5,43	400	40,8						
130	124	2,67	5,33	415	42,3	71,2					
135	128	2,63	5,25	430	43,9						
140	133	2,58	5,16	450	45,9	75					
145	138	2,54	5,07	465	47,4						
150	143	2,50	4,99	480	49	78,7					
155	147	2,47	4,92	495	50,5						
160	152	2,43	4,85	510	52	81,7					
165	156	2,40	4,79	530	54,1						
170	162	2,36	4,70	545	55,6	85					
175	166	2,33	4,65	560	57,1						
180	171	2,30	4,58	575	58,7	87,1					
185	176	2,27	4,52	595	60,7						
190	181	2,24	4,46	610	62,2	89,5					
195	185	2,21	4,42	625	63,8						
200	190	2,19	4,36	640	65,3	91,5					
205	195	2,16	4,31	660	67,3	92,5					
210	199	2,14	4,27	675	68,9	93,5					
215	204	2,11	4,22	690	70,4	94					
220	209	2,09	4,17	705	71,9	95					
225	214	2,07	4,12	720	73,5	96					
230	219	2,04	4,07	740	75,5	96,7					
235	223	2,03	4,04	755	77						
240	228	2,00	4,00	770	78,6	98,1	20,3	60,7	69,6	41,7	19,9
245	233	1,98	3,95	785	80,1		21,3	61,2	70,1	42,5	21,1
250	238	1,96	3,91	800	81,6	99,5	22,2	61,6	70,6	43,4	22,2
255	242	1,95	3,88	820	83,7		23,1	62	71,1	44,2	23,2
260	247	1,93	3,85	835	85,2	101	24	62,4	71,6	45	24,3
265	252	1,91	3,81	850	86,7		24,8	62,7	72,1	45,7	25,2
270	257	1,89	3,77	865	88,3	102	25,6	63,1	72,6	46,4	26,2
275	261	1,88	3,74	880	89,8		26,4	63,5	73	47,2	27,1
280	266	1,86	3,71	900	91,8	104	27,1	63,8	73,4	47,8	27,9
285	271	1,84	3,68	915	93,4		27,8	64,2	73,8	48,4	28,7
290	276	1,83	3,64	930	94,9	105	28,5	64,5	74,2	49	29,5
295	280	1,82	3,62	950	96,9		29,2	64,8	74,6	49,7	30,4
300	285	1,80	3,59	965	98,5		29,8	65,2	74,9	50,2	31,1
310	295	1,77	3,53	995	101,5		31	65,8	75,6	51,3	32,5
320	304	1,74	3,48	1030	105,1		32,2	66,4	76,2	52,3	33,9
330	314	1,72	3,42	1060	108,2		33,3	67	76,8	53,6	35,2
340	323	1,69	3,38	1095	111,7		34,4	67,6	77,4	54,4	36,5

14. TABELA DE CONVERSÃO DE DUREZAS

Tabela de conversão de durezas											
HV	HB			N / mm2	Kgf / mm2	HRb	HRc	HRa	HR15n	HR30n	HR45n
	HB	Ø da calota com 750kgf e esfera de 5mm	Ø da calota com 3000kgf e esfera de 5mm								
350	333	1,67	3,33	1125	114,8		35,5	68,1	78	55,4	37,8
360	342	1,65	3,28	1155	117,9		36,6	68,7	78,6	56,4	39,1
370	352	1,62	3,24	1190	121,4		37,7	69,2	79,2	57,4	40,4
380	361	1,61	3,20	1220	124,5		38,8	69,8	79,8	58,4	41,7
390	371	1,58	3,15	1255	128,1		39,8	70,3	80,3	59,3	42,9
400	380	1,57	3,12	1290	131,6		40,8	70,8	80,8	60,2	44,1
410	390	1,55	3,08	1320	134,7		41,8	71,4	81,4	61,1	45,3
420	399	1,53	3,04	1350	137,8		42,7	71,8	81,8	61,9	46,4
430	409	1,51	3,01	1385	141,3		43,6	72	82,3	62,7	47,4
440	418	1,49	2,97	1420	144,9		44,5	72,3	82,8	63,5	48,4
450	428	1,48	2,94	1455	148,5		45,3	73,3	83,2	64,3	49,4
460	437	1,46	2,91	1485	151,5		46,1	73,6	83,6	64,9	50,4
470	447	1,45	2,88	1520	155,1		46,9	74,1	83,9	65,7	51,3
480	456	1,43	2,85	1555	158,7		47,7	74,5	84,3	66,4	52,2
490	466	1,42	2,82	1595	162,8		48,4	74,9	84,7	67,1	53,1
500	475	1,40	2,79	1630	166,3		49,1	75,3	85	67,7	53,9
510	485	1,39	2,76	1665	169,9		49,8	75,7	85,4	68,3	54,7
520	494	1,38	2,74	1700	173,5		50,5	76,1	85,7	69	55,6
530	504	1,36	2,71	1740	177,6		51,1	76,4	86	69,5	56,2
540	513			1775	181,1		51,7	76,7	86,3	70	57
550	523			1810	184,7		52,3	77	86,6	70,5	57,8
560	532			1845	188,3		53	77,4	86,9	71,2	58,6
570	542			1882	192		53,6	77,8	87,2	71,7	59,3
580	551			1920	195,9		54,1	78	87,5	72,1	59,9
590	561			1955	199,5		54,7	78,4	87,8	72,7	60,5
600	570			1995	203,6		55,2	78,6	88	73,2	61,2
610	580			2030	207,1		55,7	78,9	88,2	73,2	61,7
620	589			2070	211,2		56,3	79,2	88,5	74,2	62,4
630	599			2105	214,8		56,8	79,5	88,8	74,6	63
640	608			2145	218,9		57,3	79,8	89	75,1	63,5
650	618			2180	222,4		57,8	80	89,2	75,5	64,1
660							58,3	80,3	89,5	75,9	64,7
670							58,8	80,6	89,7	76,4	65,3
680							59,2	80,8	89,8	76,8	65,7
690							59,7	81,1	90,1	77,2	66,2
700							60,1	81,3	90,3	77,6	66,7
720							61	81,8	90,7	78,4	67,7
740							61,8	82,2	91	79,1	68,6
760							62,5	82,6	91,2	79,7	69,4
780							63,3	83	91,5	80,4	70,2
800							64	83,4	91,8	81,1	71
820							64,7	83,8	92,1	81,7	71,8
840							65,3	84,1	92,3	82,2	72,2
860							65,9	84,4	92,5	82,7	73,1
880							66,4	84,7	92,7	83,1	73,6
900							67	85	92,9	83,6	74,2
920							67,5	85,3	93	84	74,8
940							68	85,6	93,2	84,4	75,4

Realizado por: Lucio de Souza (Gestor da Qualidade)

Revisado e Aprovado por: Evandro Paiva (Superintendente) - Edição e Revisão 01- 21/09/2026