

Normas Técnicas Utilizadas em Bobinas Laminadas a Quente (Espessura até 19,00 mm)

3.1 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
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		
	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.

*Normas citadas para efeito de referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.

3.2 Aços Para Estampagem

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

Norma	Grau	Composição Química (%)					Propriedades Mecânicas				
		C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	Al mín.	LE máx. (MPa)	LR máx. (MPa)	Alongamento mín. (%) (a) (d)		
									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 neste 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.

*Normas citadas para efeito de referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.

3.3 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 ¼"	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.					-	450 mín.	550 mín.	17
NBR 6650	CF21	0,20 máx.	-	0,04 máx.	0,04 máx.	-	-	210 mín.	340 mín.	25
	CF24	0,25 máx.					-	240 mín.	370 mín.	23
	CF26						-	260 mín.	410 mín.	22
	CF28						-	280 mín.	440 mín.	21
	CF30						0,30 máx.	-	300 mín.	490 mín.

*Normas citadas para efeito de referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.

3.4 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 $\sqrt{S0}$ (%)	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	1,100	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	0,015	0,500	0,015	-	-	-	315 mín.	390 - 510	24	Zero					
	S355MC		1,500								355 mín.	430 - 550	23	0,5					
	S420MC		1,600								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								300 - 400	400 - 500	26						
	340		0,800								340 - 450	410 - 530	25						
	380E	0,120	1,100								0,015	0,120	0,120			0,200	380 - 480	460 - 560	25
	560	0,140	1,500								0,400	550 - 740	640 - 740	19					
	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 %.

*Normas citadas para efeito de referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.

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	0,180	1,300	0,010	0,030	0,500 - 1,500	0,600	0,400	0,400	0,050 - 0,400	0,050	0,400	0,150	
	350		1,400											
ASTM A 242	Tipo 1	e ≤ 19,05	0,150	1,000	0,150	0,050	-	-	-	0,200	-	-	-	

	Tipo 2	19,05 < e ≤ 38,10	0,200	1,350	0,040	0,050	-	-	-	-	0,200	-	-	-
		38,10 < e ≤ 101,60												
		e ≤ 19,05												
		e > 38,10												
ASTM A 588	A	e ≤ 101,60	0,190	0,800 -	0,040	0,050	0,300 -	0,400 -	-	0,400	0,250 -	-	0,020 -	-
		101,60 < e ≤ 127,00												
		127,00 < e ≤ 203,20												
	B	e ≤ 101,60	0,200	0,750 -	0,040	0,050	0,150 -	0,400 -	-	0,500	0,200 -	-	0,010 -	-
		101,60 < e ≤ 127,00												
		127,00 < e ≤ 203,20												
	C	e ≤ 101,60	0,150	0,800 -	0,040	0,050	0,150 -	0,300 -	-	0,250 -	0,200 -	-	0,010 -	-
		101,60 < e ≤ 127,00												
		127,00 < e ≤ 203,20												
	K	e ≤ 101,60	0,170	0,500 -	0,040	0,050	0,250 -	0,400 -	0,100	0,400	0,300 -	0,005 -	-	-
		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		

*Normas citadas para efeito de referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.

7.1 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 ≤ 1200	1200 < L ≤ 1500	L > 1500	L ≤ 1200	1200 < L ≤ 1500	L > 1500
e ≤ 2,00	0,15	0,18	0,18	0,11	0,13	0,13
2,00 < e ≤ 2,50	0,18	0,20	0,20	0,13	0,15	0,15
2,50 < e ≤ 4,50	0,20	0,22	0,25	0,15	0,17	0,19
4,50 < e ≤ 5,00	0,22	0,25	0,28	0,17	0,19	0,21

*Normas citadas para efeito de referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.

7.2 - 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.

*Normas citadas para efeito de referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.

7.3 - 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		

*Normas citadas para efeito de referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.

7.4 - 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		

*Normas citadas para efeito de referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.

7.5 – 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%.

*Normas citadas para efeito de referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.

7.6 – 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

*Normas citadas para efeito de referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.

Catálogo Técnico de Limitações: Classificação dos Defeitos de Forma para Aços Planos e Não Planos

24. 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.

25. 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.

25.1 Abaulamento longitudinal (AL).

Conforme figura 1.

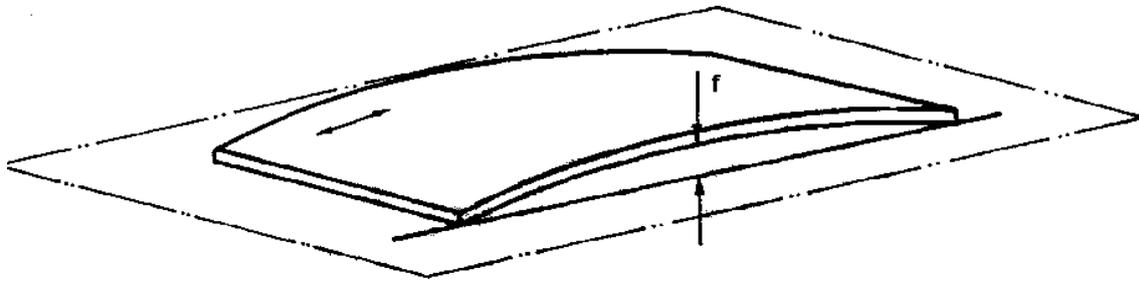


FIGURA 1 – Abaulamento Longitudinal

Abaulamento longitudinal tem a seguinte classificação:

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

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

25.2 Abaulamento transversal (AT).

Conforme Figura 2.

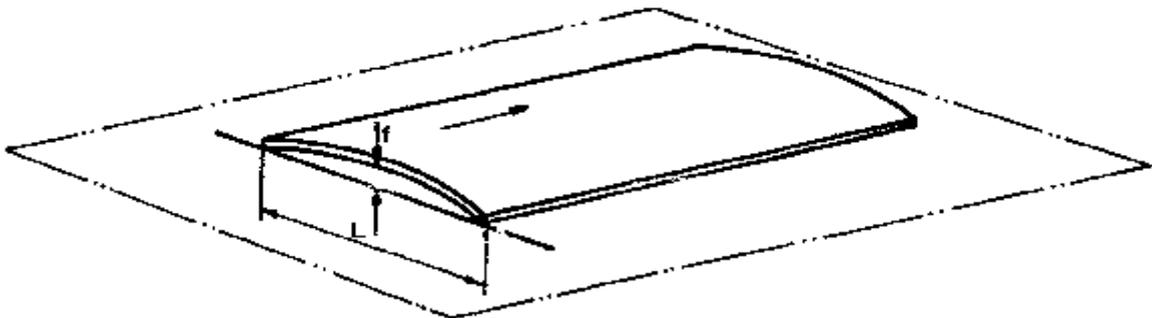


FIGURA 2 – Abaulamento Transversal

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 ($1.00\% L < f \leq 3.00\%$);

25.3 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.

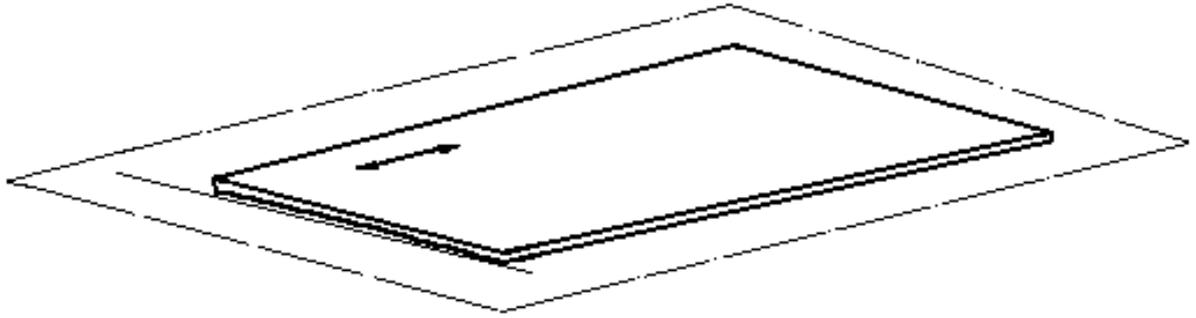


FIGURA 3 – Abaulamento de Borda

25.4 Ondulação total (OT).

Conforme figura 4.

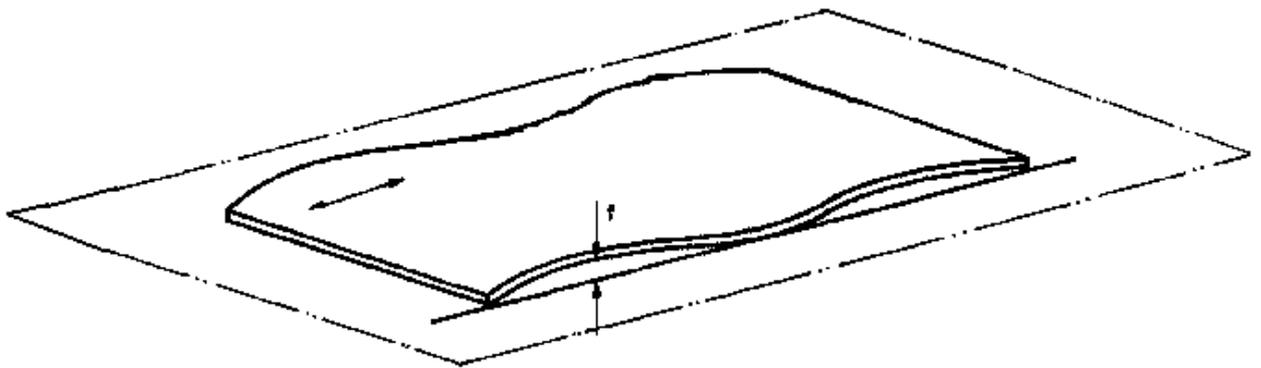


FIGURA 4 – Ondulação Total

A ondulação total tem a seguinte classificação:

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

25.5 Ondulação borda (OB).

Conforme figura 5.

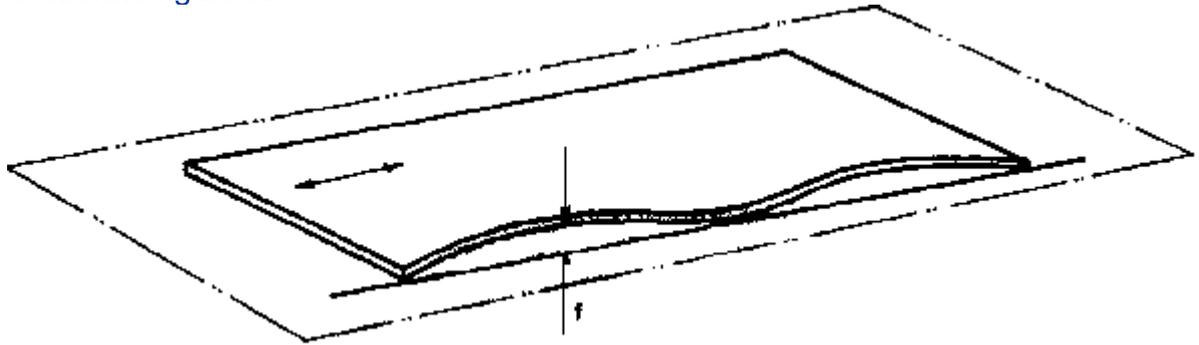


FIGURA 5 – Ondulação de Borda

A ondulação de borda tem a seguinte classificação:

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

25.6 Ondulação central (OC).

Conforme figura 6.

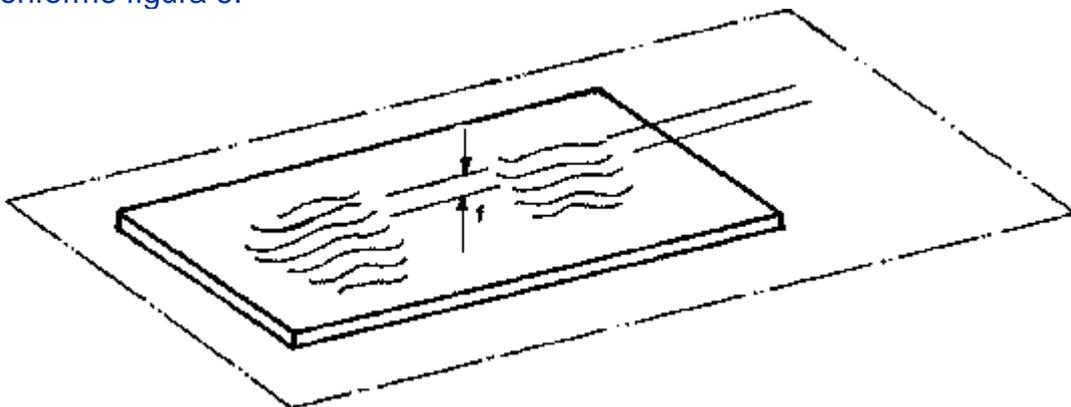


FIGURA 6 – Ondulação de Central

A ondulação central tem a seguinte classificação:

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

25.7 Desvio de esquadria (DE).

Conforme figura 7.

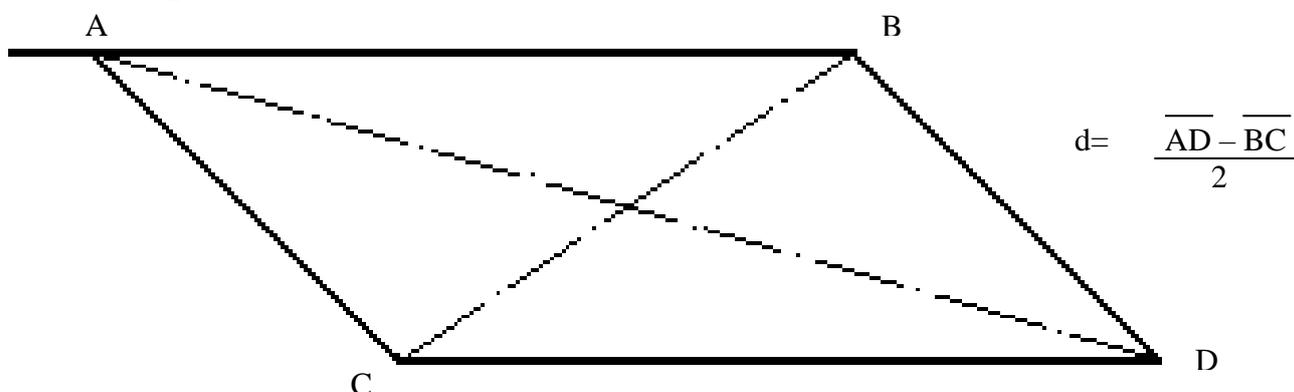


FIGURA 7 – Desvio de Esquadria

O desvio de esquadria tem a seguinte classificação:

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

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

25.8 Empeno lateral (EL).

Conforme figura 8.

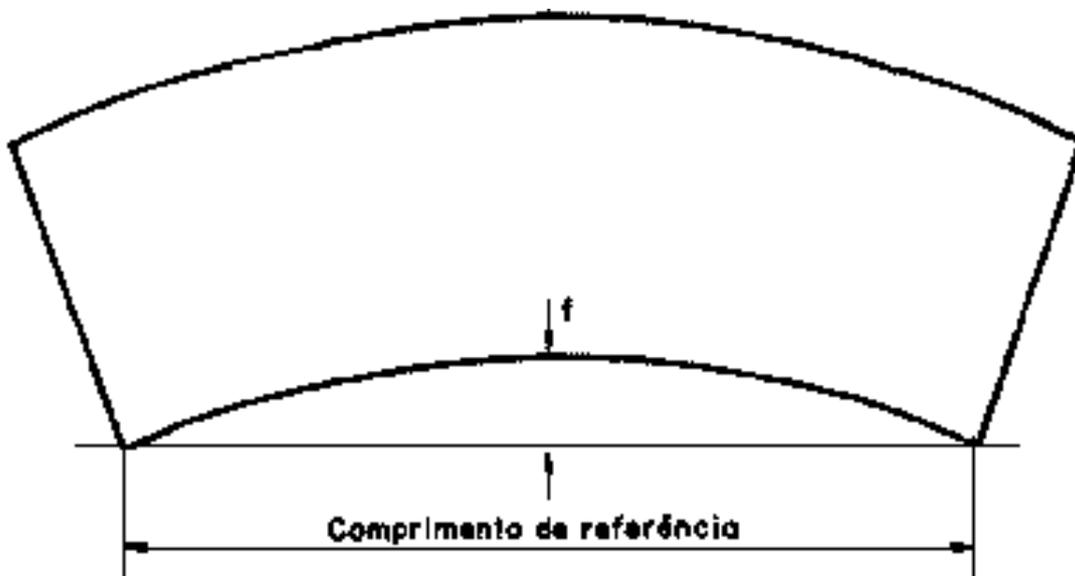


FIGURA 8 – Empeno Lateral

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.

25.9 Torção (TO).

Conforme figura 9.

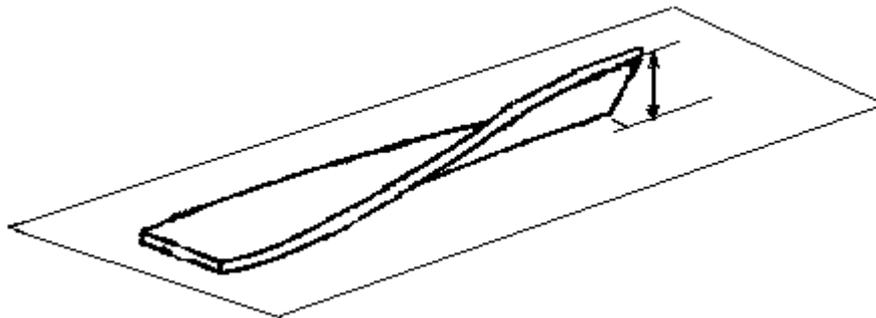


FIGURA 9 – Torção

A torção tem a seguinte classificação:

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

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