

# Normas Técnicas Utilizadas Bobinas Laminadas a Frio

## 4. NORMAS UTILIZADAS NOS AÇOS LAMINADOS A FRIO

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

A seguir citaremos as normas, às quais a SETEFER fornece seus aços laminados a frio, lembrando que as **normas são citadas para efeito de referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.**

### 4.1 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.

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

### 4.2 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 conformabilidade, 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	
≤ 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		
NBR 5915 (a)		EM	0,120	0,600	0,030	0,030	0,010	-	140 - 280	270 - 390	30	-
		EP	0,100	0,450	0,030	0,030	0,010	-	140 - 260	270 - 370	35	-
		EEP G1	0,080	0,450	0,030	0,030	0,010	-	140 - 230	270 - 350	38	-
		EEP G2	0,060	0,450	0,030	0,020	0,010	-	140 - 210	270 - 350	39	-
		EEP G3	0,007	0,350	0,020	0,020	0,010	0,200	140 - 180	270 mín.	41	-
		EEP G4	0,007	0,200	0,020	0,020	0,010	0,200	120 - 160	260 mín.	42	-

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

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										

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

#### 4.3 Aços Para Esmaltagem Vítreo.

São aços indicados ao processo convencional de esmaltagem com uma ou duas camadas de esmalte, sendo uma de esmalte fundente e outra de esmalte de acabamento.

O processo de esmaltagem vítrea proporciona ao produto excelente resistência à corrosão atmosférica, choque térmico, abrasão, além de boa capacidade de isolamento e excelente efeito decorativo. São especificados de acordo com sua capacidade de conformação. Geralmente aplicados em utensílios domésticos, principalmente em queimadores e fornos de fogões.

Norma	Grau	Composição Química (%)					Propriedades Mecânicas											
		C máx.	Mn máx.	P máx.	S máx.	B mín.	LE (MPa) máx.		LR (MPa) máx.	Along. Mín.		Dureza (HRB) máx.						
							Esp. (mm)	MPa		Esp. (mm)	%							
USI EV	QC	0,150	0,600	0,040	0,040	0,0008	-	-	-	-	-	-						
	EP	0,100	0,450										-	280	370	≤ 0,60	34	57
	EEP	0,080	0,450										-	230	350	> 0,60	35	
NBR 6651	QCV	0,080	0,500	0,040	0,030	-	-	-	-	-	-	65						
	EPV		0,450	0,030			< 0,90	275	370	≤ 0,60	34	57						
							≥ 0,90	260		> 0,60	35							
	EEV	0,400	0,030	-	230	350	≤ 0,60	36	50									
							> 0,60	37										

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

#### 4.4 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											260	400	21	2,0	
	CF28	280	440	20												
	CF55	0,250									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										230	330	22	-	
	C Tipo 2	0,150														
	D Tipo 1	0,200	0,900	0,035												
	D Tipo 2	0,150														
	E	0,200	0,600	0,035												

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

## 8. CARACTERÍSTICAS DAS CHAPAS LAMINADAS A FRIO

### 8.1 - 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 ≤ 1200	1200 < L ≤ 1500	L > 1500	L ≤ 1200	1200 < L ≤ 1500	L > 1500
0,30 ≤ e ≤ 0,40	0,04	0,05	0,06	0,03	0,04	0,05
0,40 < e ≤ 0,60	0,04	0,05	0,06	0,03	0,04	0,05
0,60 < e ≤ 0,80	0,05	0,06	0,07	0,04	0,05	0,05
0,80 < e ≤ 1,00	0,06	0,07	0,08	0,05	0,06	0,07
1,00 < e ≤ 1,20	0,07	0,08	0,09	0,06	0,07	0,07
1,20 < e ≤ 1,60	0,10	0,11	0,11	0,07	0,08	0,08
1,60 < e ≤ 2,00	0,12	0,13	0,13	0,08	0,09	0,09
2,00 < e ≤ 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 referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.

### 8.2 - 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.

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

### 8.3 - Tolerância na Largura Chapa Laminada a Frio Norma NBR 11888 / 15

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

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

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

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

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

Desvio de Aplainamento de chapas finas a frio em função da Largura (mm)						
Espessura (e)	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 referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.

### 8.6 – 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

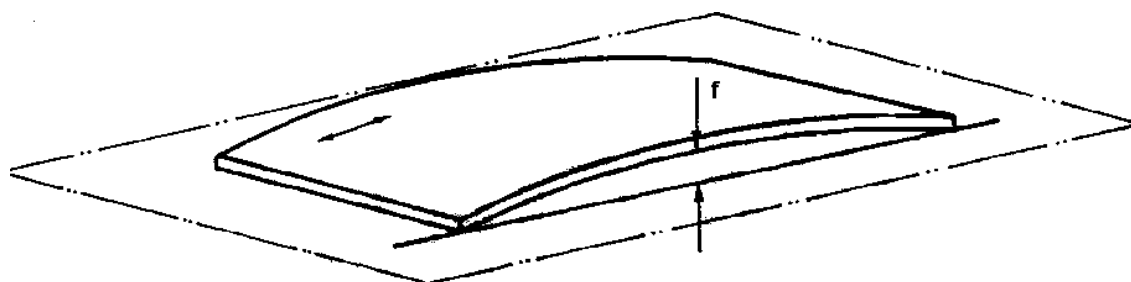
\*Normas citadas para efeito de referencia. Para informações adicionais, consulte a norma ou a equipe da Qualidade SETEFER.

## 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 (  $f \leq 2.0 \text{ mm}$  );
- 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.

### 25.2 Abaulamento transversal (AT).

Conforme Figura 2.

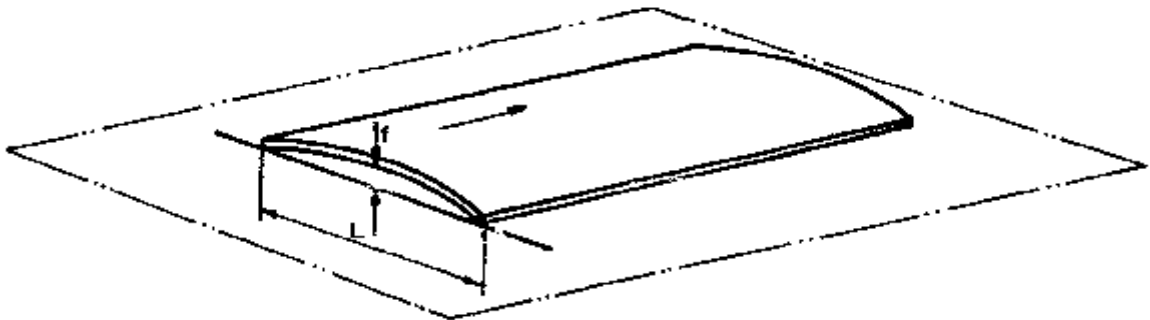


FIGURA 2 – Abaulamento Transversal

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.

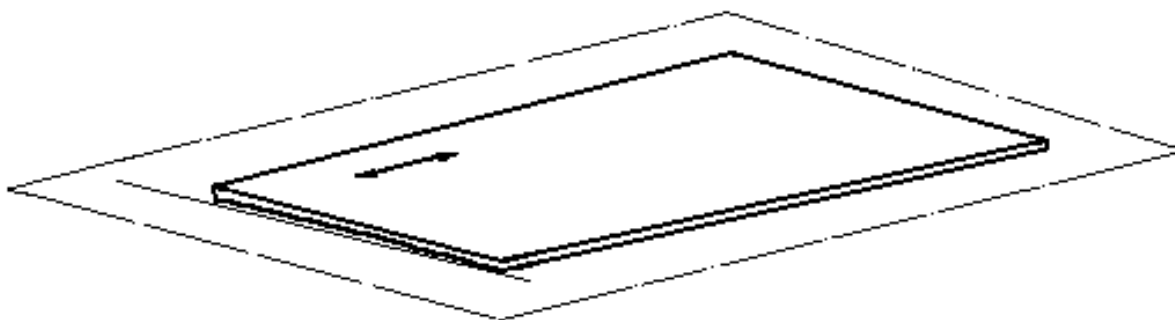


FIGURA 3 – Abaulamento de Borda

#### 25.4 Ondulação total (OT).

Conforme figura 4.

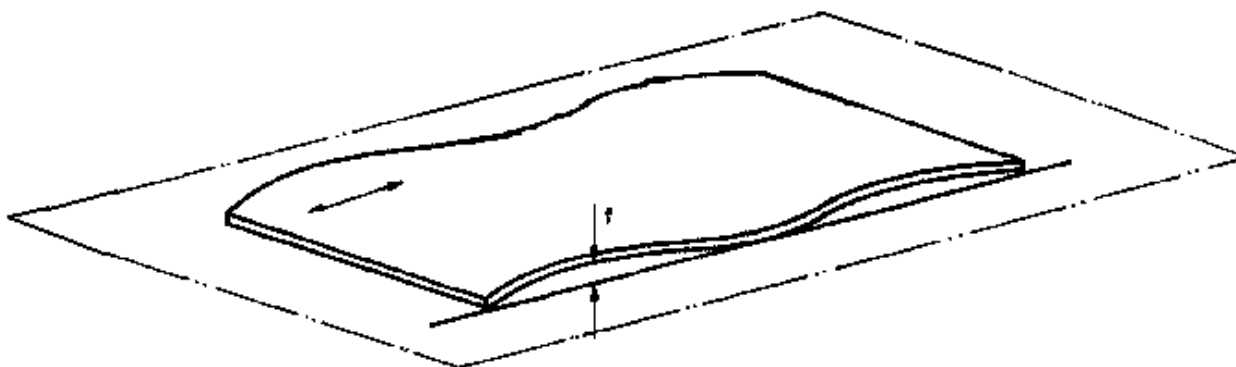


FIGURA 4 – Ondulação Total

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.

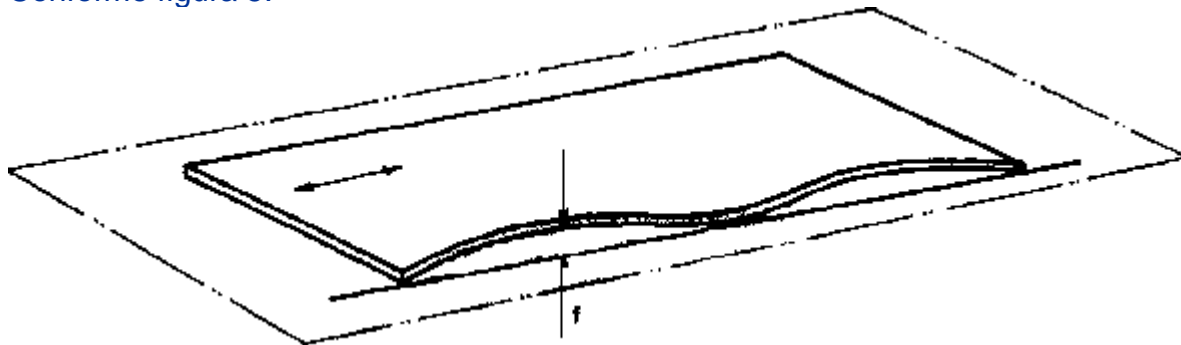


FIGURA 5 – Ondulação de Borda

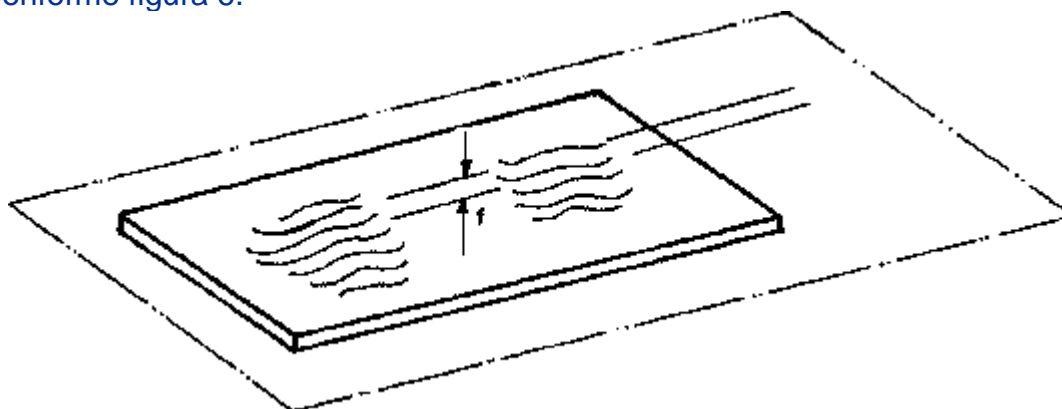
A ondulação de borda tem a seguinte classificação:

- 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.

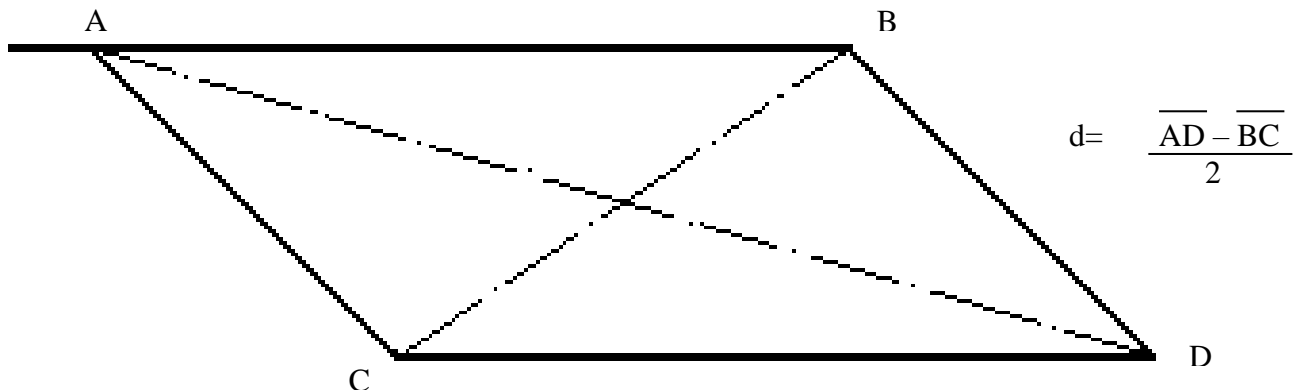


FIGURA 7 – Desvio de Esquadria

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.

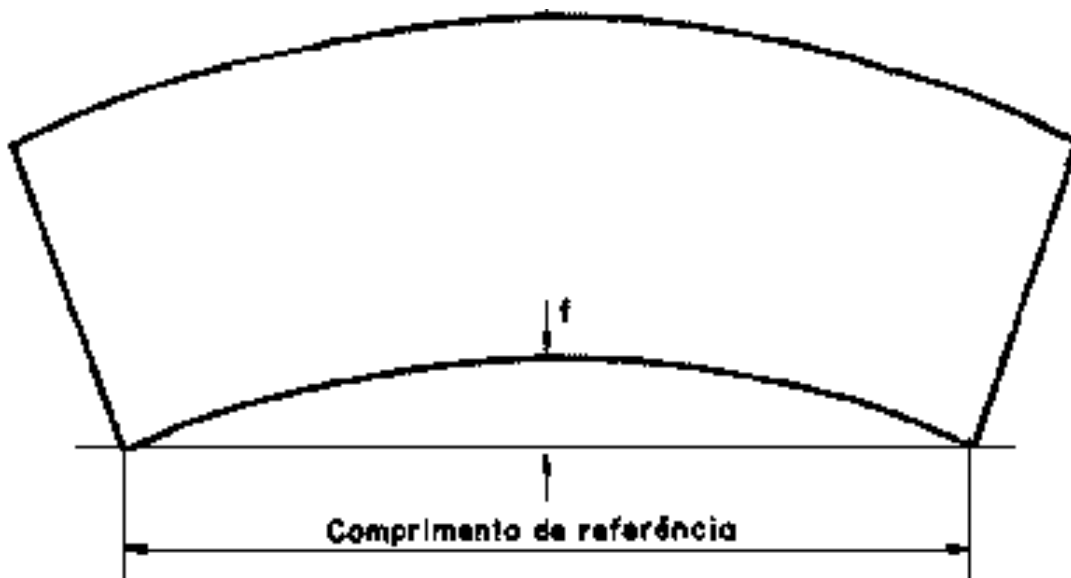


FIGURA 8 – Empeno Lateral

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.

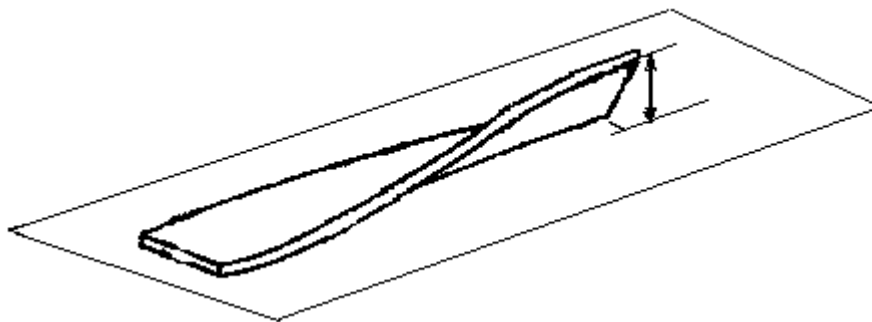


FIGURA 9 – Torção

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.