MANUAL TÉCNICO DE AÇO INOXIDÁVEL

1. INTRODUÇÃO.....59

2. FABRICAÇÃO DO INOX.....60

3. APLICABILIDADE DO AÇO INOXIDÁVEL.....61
3.1 - Aço Inoxidável Austenítico.....61
3.2 - Aço Inoxidável Ferrítico.....61
3.3 - Aço Inoxidável Martensítico.....61

4. CHAPAS COM PROTEÇÃO ADESIVA.....62

5. CARACTERÍSTICAS DAS CHAPAS DE AÇO INOXIDÁVEL.....62
5.1 - Tolerâncias Dimensionais.....62
5.1.1 - Tolerância na Espessura - Chapas Finas Inox Laminadas a Quente - NBR 9170/85.....62
5.1.2 - Tolerância na Espessura - Chapas Grossas Inox Laminadas a Quente - NBR 9170/85.....62
5.1.3 - Tolerância na Largura - Chapas Finas e Grossas Inox Laminadas a Quente - NBR 9170/85 (Borda Natural)..62
5.1.4 - Tolerância no Comprimento - Chapas Finas / Grossas Inox Laminadas a Quente - NBR 9170/85.....63
5.1.5 - Tolerância na Espessura - Chapas Finas de Inox Laminadas a Frio - NBR 6356/84.....63
5.1.6 - Tolerância na Largura - Chapas Finas de Inox Laminadas a Frio - NBR 6356/84.....63
5.1.7 - Tolerância no Comprimento - Chapas Finas de Inox Laminadas a Frio - NBR 6356/84.....64
5.2 - Composição Química.....64
5.2.1 - Aço Inoxidável Austenítico.....64
5.2.2 - Aço Inoxidável Ferrítico.....64
5.2.3 - Aço Inoxidável Martensítico.....64
5.3 - Propriedades Mecânicas Típicas (Na Condição Recozido).....65
5.3.1 - Aço Inoxidável Austenítico.....65
5.3.2 - Aço Inoxidável Ferrítico.....65
5.3.3 - Aço Inoxidável Martensítico.....65
5.4 - Outras Características.....65
5.4.1 - Aço Inoxidável Austenítico.....65
5.4.2 - Aço Inoxidável Ferrítico.....66
5.4.3 - Aço Inoxidável Martensítico.....66
5.5 - Tabela Orientativa de Pesos e Medidas por Chapas.....67

6. TIPOS DE ACABAMENTO.....68

1. INTRODUÇÃO

Este Manual Técnico de Limitações tem por finalidade definir os parâmetros de processamento e aplicações de Bobinas e Chapas Laminadas a Quente e a Frio e Chapas Grossas de Aço Inoxidável.

O Aço Inoxidável está presente no nosso dia-a-dia devido o mesmo ser prático, versátil, oferecendo um excelente desempenho e conquistando, um novo segmento de mercado.

Os aços inoxidáveis são, basicamente, ligas de ferro-cromo. Outros metais atuam como elementos de liga, mas o cromo é o mais importante e sua presença é indispensável para conferir a resistência à corrosão desejada. São aços onde não ocorre oxidação em ambientes normais. Suas características de resistência são obtidos graças à formação de um óxido protetor que impede o contato do metal base com a atmosfera agressiva.

Hoje, podemos observar inúmeras aplicações do aço inoxidável como, por exemplo, em eletrodomésticos, cozinhas, automóveis, ônibus, vagões ferroviários, em fachadas, elevadores, escadas rolantes, equipamentos hospitalares, bens de capital e na indústria em geral.

A especificação correta do aço deve sempre considerar a aplicação final do produto, o projeto e o processo de fabricação. Portanto, conheça o aço inox.

2. FABRICAÇÃO DO INOX

Os aços inoxidáveis são divididos, de acordo com a sua microestrutura, sendo as principais: as dos aços Austenísticos, Ferríticos e Martensíticos.

Austeníticos: São ligas não-magnéticas de ferro-cromo-níquel contendo tipicamente 8% de níquel, com baixo teor de carbono. Apresentam boas propriedades mecânicas, boa soldabilidade, trabalhabilidade a frio e resistência à corrosão. Podem ser endurecidos por deformação e, neste estado, são ligeiramente magnéticos. A adição de elementos de liga como o molibdênio e a redução do teor do carbono melhoram sua resistência à corrosão.

Ferríticos: São ligas ferro-cromo contendo de 12 a 17% de cromo com baixo teor de carbono. Não são endurecíveis por tratamento térmico. São magnéticos e apresentam boa resistência à corrosão em meios menos agressivos, boa dutilidade, razoável soldabilidade. O trabalho a frio os endurece moderadamente.

Martensíticos: São ligas de ferro-cromo contendo de 12 a 14% de cromo e com alto teor de carbono. São endurecíveis por tratamento térmico e magnéticos. Quando temperados são muito duros e pouco dúteis, e é nesta condição que são resistentes à corrosão. Quando recozidos não apresentam bom comportamento frente à corrosão atmosférica.

3. APLICABILIDADE DO AÇO INOXIDÁVEL

3.1 - Aço Inoxidável Austenítico

Tipo	Aplicação
301	Fins estruturais; correias transportadoras; utensílios domésticos; ferragens; diafragmas; adornos de automóveis; equipamentos para transporte; aeronaves; ferragens para postes; fixadores (grampos, fechos, estojos); conjuntos estruturais onde alta resistência é exigida, em aeronaves, automóveis, caminhões e carrocerias, carros ferroviários.
304	Utensílios domésticos; fins estruturais; equipamentos para indústria química e naval; indústria farmacêutica; indústria têxtil; indústria de papel e celulose; refinaria de petróleo; permutadores de calor;válvulas e peças de tubulações; indústria frigorífica; instalações criogênicas; depósitos de cerveja; tanques de fermentação de cerveja; equipamentos para refino de produtos de milho; equipamentos para leiteria; cúpula para casa de reator de usina nuclear; tubos de vapor; condutores de águas pluviais; calhas.
304L	Tanques de pulverização de fertilizantes líquidos; tanques para estoque de massa de tomate; carros ferroviários e aplicações quando se faz necessário um teor de carbono menor que o tipo 304 para restringir a precipitação de carbonetos resultantes de operações de soldagem.
316	Peças que exigem alta resistência à corrosão localizada; equipamentos de indústrias químicas, farmacêuticas, têxteis, de petóleo, de papel e celulose, de borracha; peças e componentes diversos usados na construção naval; equipamentos criogênicos; cubas de fermentação; instrumentos cirúrgicos.
316L	Peças de válvulas; bombas; tanques; evaporadores e agitadores; equipamentos têxteis; condensadores; peças expostas à atmosfera marítima; adornos; tanques soldados para estocagem de produtos químicos e orgânicos; bandejas; revestimento para fornos de calcinação.

3.2 - Aço Inoxidável Ferrítico

409	Sistema de exaustão de veículos automotores; tanques de combustível; banco de capacitores.
430	Adornos de automóveis; calhas; máquinas de lavar roupa; revestimento da câmara de combustão para motores diesel; equipamentos para fabricação de ácido nítrico; fixadores; aquecedores; portas para cofres; moedas; pias e cubas; baixelas; utensílios domésticos; revestimentos de elevadores.

3.3 - Aço Inoxidável Martensítico

420	Cutelaria; instrumentos hospitalares, cirúrgicos e dentários; réguas; medidores; engrenagens; eixos; pinos; rolamentos de esferas; disco de freio.

4. CHAPAS COM PROTEÇÃO ADESIVA

Para superfícies sensíveis, que requerem cuidados especiais, podem ser fornecidas chapas com filme de PVC adesivo, que preserva contra sujeira e danos durante os processos produtivos, a estocagem, o transporte e o manuseio.

5. CARACTERÍSTICAS DAS CHAPAS DE AÇO INOXIDÁVEL

5.1 - Tolerâncias Dimensionais

5.1.1 - Tolerância na Espessura - Chapas Finas Inox Laminadas a Quente - NBR 9170/85

Espessura (mm)	Tolerâncias Permissíveis (mm)
3,00 ≤ e < 3,50	± 0,25
3,50 < e < 4,00	± 0,30
4,00 ≤ e ≤ 5,00	± 0,40

5.1.2 - Tolerância na Espessura - Chapas Grossas Inox Laminada a Quente - NBR 9170/85

Espessura (mm)	Tolerância Permissíveis (mm)
5,00 < e < 6,00	+ 0,85 / - 0,25
6,00 < e < 8,00	+ 0,95 / - 0,25
8,00 < e < 10,00	+1,15 / - 0,25
10,00 < e < 13,00	+ 1,35 / - 0,25

Nota: Tolerância para espessuras iguais ou superiores a 13,00 mm deve ser motivo de acordo prévio entre produtor e comprador.

5.1.3 - Tolerância na Largura - Chapas Finas e Grossas Inox Laminadas a Quente - NBR 9170/85 (Borda Natural)

Espessura (mm)	Tolerância Permissíveis (mm)
3,00 ≤ e < 13,00	+ 30
13,00 ≤ e < 100,00	+ 40

Nota: A tolerância inferior é igual a zero.

5.1.4 - Tolerância no Comprimento - Chapas Finas / Grossas Inox Laminadas a Quente - NBR 9170/85

Comprimento - C (mm)	Tolerância Permissíveis (mm)
C < 3050	+ 7
3050 ≤ e ≤ 6100	+ 13

Nota: a) A tolerância inferior é igual a zero.
b) Tolerância para comprimento superiores a 6100 mm deve ser motivo de acordo prévio entre produtor e comprador.

5.1.5 - Tolerância na Espessura - Chapas Finas de Inox Laminadas a Frio - NBR 6356/84

Espessura - e (mm)	Tolerância Permissíveis (mm)
0,30 ≤ e ≤ 0,50	+- 0,04
0,50 < e ≤ 0,70	+- 0,06
0,70 < e < 1,00	+- 0,08
1,00 < e ≤ 1,30	+- 0,10
1,30 < e ≤ 1,60	+- 0,12
1,60 < e ≤ 2,00	+- 0,14
2,00 < e ≤ 2,50	+- 0,18
2,50 < e ≤ 3,00	+- 0,22
3,00 < e < 3,50	+- 0,25
3,50 < e ≤ 4,00	+- 0,30
4,00 < e ≤ 5,00	+- 0,34

5.1.6 - Tolerância na Largura - Chapas Finas de Inox Laminadas a Frio - NBR 6356/84

Espessura - e (mm)	Tolerância Permissíveis (mm)	
	500 ≤ L < 1220	L ≥ 1220
e ≤ 5,00	+ 1,60	+ 3,20
Nota: A tolerância inferior é igual a zero para todas as larguras.		

5.1.7 - Tolerância no Comprimento - Chapas Finas de Inox Laminadas a Frio - NBR 6356/84

Comprimento - c (mm)	Tolerância Permissíveis (mm)
C < 3050	+ 6,50
3050 < C ≤ 6100	+ 13,00

Nota: A tolerância inferior é igual a zero para todos os comprimentos.

5.2 - Composição Química

5.2.1 - Aço Inoxidável Austenítico

Tipo	Composição Química (%)								
	$C_{máx.}$	$Mn_{máx.}$	$Si_{máx}$	$P_{máx.}$	$S_{máx}$	Cr	Ni	Mo	$N_{2\ máx}$
301	0,15	2,00	1,00	0,045	0,030	16,00 a 18,00	6,00 a 8,00		0,10
304	0,08	2,00	1,00	0,045	0,030	18,00 a 20,00	8,00 a 10,50		0,10
304L	0,03	2,00	1,00	0,045	0,030	18,00 a 20,00	8,00 a 12,00		0,10
316	0,08	2,00	1,00	0,045	0,030	16,00 a 18,00	10,00 a 14,00	2,00 a 3,00	0,10
316L	0,03	2,00	1,00	0,045	0,030	16,00 a 18,00	10,00 a 14,00	2,00 a 3,00	0,10

5.2.2 - Aço Inoxidável Ferrítico

Tipo	Composição Química (%)						
	$C_{máx.}$	$Mn_{máx.}$	$Si_{máx}$	$P_{máx.}$	$S_{máx}$	Cr	$Ti_{máx}$
409	0,08	1,00	1,00	0,045	0,045	10,50 a 11,75	0,75
430	0,12	1,00	1,00	0,040	0,030	16,00 a 18,00	

5.2.3 - Aço Inoxidável Martensítico

Tipo	Composição Química (%)					
	C mín	Mn máx	Si máx	P máx	S máx	Cr
420	0,15	1,00	1,00	0,040	0,030	12,00 a 14,00

5.3 - Propriedades Mecânicas Típicas (Na Condição Recozido)

5.3.1 - Aço Inoxidável Austenítico

Tipo	LR (MPa)	LE (MPa)	Alongamento(%)	Dureza (HRB)
301	770	280	60	85
304	588	294	55	80
304L	567	273	55	79
316	588	294	50	79
316L	567	294	50	79

5.3.2 - Aço Inoxidável Ferrítico

Tipo	LR (MPa)	LE (MPa)	Alongamento(%)	Dureza (HRB)
409	448	241	25	80
430	525	350	25	85

5.3.3 - Aço Inoxidável Martensítico

Tipo	LR (MPa)	LE (MPa)	Alongamento(%)	Dureza (HRB)
420	665	350	20	92

5.4 - Outras Características

5.4.1 - Aço Inoxidável Austenítico

Tipo	Estampabilidade	Soldabilidade
301	Boa	Boa
304	Ótima	Ótima
304L	Ótima	Ótima
316	Boa	Ótima
316L	Boa	Ótima

5.4.2 - Aço Inoxidável Ferrítico

Tipo	Estampabilidade	Soldabilidade
409	Boa	Boa
430	Boa	Deficiente

5.4.3 - Aço Inoxidável Martensítico

Tipo	Estampabilidade	Soldabilidade	Temperatura de Têmpera (ºC)
420	Deficiente	Deficiente	930 a 1040

5.5 - Tabela Orientativa de Pesos e Medidas por Chapas

			Peso por Chapa			
USG	Milímetros	Peso (*) - P / M 2	1000 X 2000	1200 X 2000	1000 X 3000	1200 X 3000
-	25,40	202,37	404,74	485,69	607,11	728,53
-	22,22	177,03	354,07	424,88	531,10	637,32
-	19,05	151,78	303,55	364,26	455,34	546,40
-	15,87	126,44	252,88	303,46	379,32	455,19
-	12,70	101,18	202,37	242,84	303,55	364,26
-	11,11	88,52	177,03	212,44	265,55	318,66
-	9,53	75,93	151,86	182,23	227,79	273,34
-	7,93	63,18	126,36	151,63	189,54	227,45
3	6,35	50,59	101,18	121,42	151,78	182,13
5	5,66	45,09	90,19	108,23	135,28	162,34
7	4,76	37,92	75,85	91,02	113,77	136,53
8	4,37	34,82	69,63	83,56	104,45	125,34
9	3,97	31,63	63,26	75,91	94,89	113,87
10	3,57	28,44	56,89	68,29	85,33	102,40
11	3,18	25,34	50,67	60,81	76,01	91,21
12	2,78	22,15	44,30	53,16	66,45	79,74
13	2,37	18,88	37,77	45,32	56,65	67,98
14	1,98	15,78	31,55	37,86	47,33	56,79
15	1,79	14,26	28,52	34,23	42,78	51,34
16	1,59	12,67	25,34	30,40	38,00	45,60
17	1,43	11,39	22,79	27,34	34,18	41,02
18	1,27	10,12	20,24	24,28	30,36	36,43
19	1,11	8,84	17,69	21,22	26,53	31,84
20	0,95	7,57	15,14	18,17	22,71	27,25
21	0,87	6,93	13,86	16,64	20,79	24,95
22	0,79	6,29	12,59	15,11	18,88	22,66
23	0,71	5,66	11,31	13,58	16,97	20,36
24	0,64	5,10	10,20	12,24	15,30	18,36
25	0,56	4,46	8,92	10,71	13,39	16,06
26	0,48	3,82	7,65	9,18	11,47	13,77
27	0,44	3,51	7,01	8,41	10,52	12,62
28	0,40	3,19	6,37	7,65	9,56	11,47
29	0,36	2,87	5,74	6,88	8,60	10,33
30	0,32	2,55	5,10	6,12	7,65	9,18

6. TIPOS DE ACABAMENTO

Tipos de acabamento de superfície de chapas e tiras de aço inoxidável conforme a padronização da NBR 6361 DEZ/1984.

Os acabamentos de superfície não polidos podem variar na aparência e suavidade ao tato, conforme a composição química, espessura e método de fabricação.

Para um mesmo acabamento de superfície, os aços ao cromo-níquel e cromo-níquel-manganês têm uma aparência caracteristicamente diferente dos aços ao cromo.

Acabamentos de Superfície Destinados a Chapas Grossas	
Acabamentos	**Descrição**
0 (A)	Laminação a quente sem remoção de carepa.
1	Laminação a quente, tratamento térmico e decapagem.
2D	Laminação a frio, tratamento térmico e decapagem.
3 (B)	Polimento obtido com grãos abrasivos que passaram em peneiras de malhas quadradas contendo 100 malhas por 25,4 mm lineares de lado.
4 (B)	Polimento obtido com grãos abrasivos que passaram em peneiras de malhas quadradas contendo 120 a 150 malhas por 25,4 mm lineares de lado, após desbaste com abrasivos mais grossos.

(A) O acabamento número 0 pode ser fornecido com ou sem tratamento térmico.
(B) As chapas grossas podem ser produzidas com uma ou ambas as faces polidas.

Tipos de acabamento de superfície de chapas e tiras de aço inoxidável conforme a padronização da NBR 6361 DEZ/1984

Acabamentos de Superfície Destinados a Chapas Finas	
Acabamentos	Descrição
1	Laminação a quente, tratamento térmico e decapagem.
2D	Laminação a frio, tratamento térmico e decapagem.
2B	Mesmo processo que 2D, seguindo de um leve passe final a frio para obter, em cilindros polidos, uma superfície brilhante.
BA	Laminação a frio, superfície brilhante e com um alto grau de reflexão, obtido no tratamento térmico em atmosfera controlada.
2E (a)	Laminação a frio, sem tratamento térmico posterior
3 (a)	Polimento obtido com grãos abrasivos que passaram em peneiras de malhas quadradas contendo 100 malhas por 25,4 mm lineares de lado.
4 (a)	Polimento obtido com grãos abrasivos que passaram em peneiras de malhas quadradas contendo de 120 a 150 malhas por 25,4 mm lineares de lado, após desbaste com abrasivos mais grossos.
6 (a)	Polimento fosco acetinado obtido através de escovas aplicadas em meio de abrasivo e óleo a chapas com acabamento de superfície número 4. Possui menor refletividade que o acabamento de número 4.
7 (a)	Polimento com alto grau de refletividade obtido de uma superfície fina, sem haver, contudo, remoção das linhas de polimento.
8 (a)	Polimento obtido com uma sucessão de abrasivos finos e a seguir com camurças ou feltros. Superfície inteiramente livre dos riscos resultantes dos polimentos anteriores.