

Brastil

Brastil

®

MANUAL TÉCNICO DE TUBOS

1. INTRODUÇÃO

Bem-vindo ao **Manual de Tubos**, um guia completo projetado para fornecer informações essenciais sobre a especificação, instalação, manutenção e aplicação de tubos em diversos setores.

Os tubos desempenham um papel fundamental em inúmeras indústrias, desde construção civil e infraestrutura até processos industriais e sistemas hidráulicos. A escolha correta do tipo de tubo, material e método de instalação é essencial para garantir segurança, eficiência e durabilidade nas operações.

Este manual tem como objetivo oferecer diretrizes claras e detalhadas para profissionais, técnicos e engenheiros, facilitando a seleção adequada e o correto manuseio dos tubos de acordo com as melhores práticas e normas vigentes.

Esperamos que este material seja uma ferramenta útil no seu dia a dia, contribuindo para a excelência dos seus projetos e operações.

PRODUÇÃO DE TUBOS:

A produção de tubos envolve uma série de processos industriais que variam conforme o material e a aplicação final do produto. Os principais tipos de tubos são metálicos como aço, cobre e alumínio, cada um com métodos de fabricação específicos.

Os tubos que iremos comentar, são chamados de “com costura”. Esta é uma denominação errônea para o material, porém o nome se consolidou tal como “xerox”. Esta denominação veio de muito tempo atrás, quando o processo utilizado era de baixa frequência (50 ou 60 hz), o que dava ao material uma aparência de “material costurado”. Hoje o processo é realizado com solda longitudinal pelo processo E.R.W. (Solda por Resistência Elétrica) com A. F.

Este processo garante a homogeneidade da matéria-prima com a solda, o que confere excelentes características aos produtos.

Os processos de fabricação para obtenção do produto final variam de acordo com a norma em que o tubo vai ser fabricado.

Os tubos podem ser produzidos em uma variada gama de matérias-primas (tipo de aço utilizado), que são normalmente fornecidas segundo especificações ASTM (American Society for Testing and Materials), DIN (Deustaches Institute for Normuns), API (American Petroleum Institute), AISI (American Institute of Steel and Iron), SAE (Society of Automotive Engineers), ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e outras.

1. PRODUÇÃO DE TUBOS METÁLICOS

Os tubos metálicos podem ser produzidos de duas formas principais:

- **Tubos soldados com Costura Interna Alta ou Controlada:** Produzidos a partir de fitas metálicas que são dobradas em formato cilíndrico e unidas por soldagem longitudinal ou helicoidal, sem a necessidade de remoção da rebarba interna formada pelo processo da união das faces através da solda. Neste processo, é possível o controle da altura dessa rebarba. Esse processo é mais econômico e adequado para diversas aplicações estruturais e industriais.
- **Tubos soldados com Costura Interna Removida:** Fabricados da mesma forma que o anterior, mas com a remoção da rebarba interna. Esse processo tem um custo maior e é utilizado em aplicações específicas que requeiram uniformidade na parte interna dos tubos.

A matéria-prima utilizada na confecção dos tubos é comprada em forma de bobinas, que são classificadas em três grandes grupos:

BF – Bobina Laminada a Frio: Possuem superfície de cor mais clara, uniforme e isenta de defeitos superficiais, sendo necessário alguns cuidados especiais aos tubos produzidos nesta matéria-prima, pois ela é altamente suscetível a oxidação (corrosão, ferrugem).

Os tubos devem ser armazenados e transportados sempre evitando a umidade, a fim de manter as características na utilização final sobre o produto.

BQ - Bobina Laminada a Quente: Possuem uma cor escura e são menos suscetíveis a oxidação.

- Os tubos podem ser armazenados e transportados em condições normais até mesmo em céu aberto (por pouco tempo) sem ter sua qualidade prejudicada.

- Estas bobinas são produzidas normalmente em espessuras acima de 1,50 mm e não possuem uma tolerância dimensional tão restrita quanto as BF, sendo que são também denominadas de BG (Bobinas Grossas), quando a espessura for superior a 5,00 mm.

Quando for necessário em uma espessura de BQ uma melhor condição dimensional podemos fazer uma relaminação a Frio da chapa. Este processo também é utilizado para se obter espessuras não fornecidas pelas Usinas.

BZ - Bobina Aço Zincado por Imersão a Quente: Possuem uma cor clara, sendo necessário alguns cuidados especiais aos tubos produzidos nesta matéria-prima. Os tubos devem ser armazenados e transportados sempre evitando a umidade que pode ocasionar oxidação e sérias consequências na utilização final. Estas bobinas são produzidas normalmente em espessuras variando 0,30 a 2,70 mm e largura entre 700 mm a 1.624 mm.

TIPOS DE ENSAIOS PARA TUBOS:

Eletrômnagnético: Através de correntes parasitas testa o tubo quanto a descontinuidades. Não garante a estanqueidade, porém é admitido como o teste opcional ao hidrostático na maioria das normas de condução devido a sua grande velocidade de execução.

Hidrostático: Consiste em testar o tubo a uma determinada pressão hidráulica para garantir a estanqueidade do tubo.

Ensaio Destrutivo: Durante o processo de fabricação são realizados vários ensaios mecânicos destrutivos em amostras retiradas durante a produção, tais como alargamento, flangeamento etc.

3. NORMAS DE FABRICAÇÃO

Existe uma gama muito grande de normas de fabricação de tubos de aço com costura que serão citadas aqui, porém o que é produzido e comercializado pela BRASTIL é somente a NORMA NBR 6591.

NORMAS DE TUBOS E SUAS APLICABILIDADES		
APLICAÇÕES	NORMAS	DESCRIÇÃO DA NORMA
INDUSTRIAIS	NBR 6591	Tubos para aplicações diversas sem exigência de acabamento e propriedades mecânicas, com composições químicas definidas.
	DIN 1615	Tubos não sujeitos a requisitos especiais, na matéria prima ST 33 (baixo carbono).
	ASTM A-513	Tubos para uso mecânico, nos tipos 1 (BQ) e 2 (BF), com propriedades mecânicas e composição química definidas.
	A-500	Tubos estruturais fabricados a partir da matéria prima laminada a quente.
	BS 4474	Tubos estruturais fabricados a partir da matéria prima laminada a quente.
	ASTM A-214	Tubos com composição química definida para trocadores de calor e condensadores.
	ASTM A-178	Tubos para caldeiras, superaquecedores e vasos de pressão, em vários graus de matéria prima.
	DIN 1626	Tubos sujeitos a requisitos especiais, para pressões máximas definidas e temperaturas de trabalho de até 300 graus C e com composições químicas definidas.
	DIN 1628	Tubos de alta performance, normalmente sem limite de pressão de trabalho, porém, deve ser usado a temperatura de no máximo 300 graus C e com composições químicas definidas.
	NFA 49-643	Tubos comerciais de qualidades 1 (não decapados) e 2 (decapados) e nas tolerâncias classes 1 e 2 ,com composições químicas definidas e seções (para classes): Redondo; Quadrado; Retangular.
PRECISÃO	DIN 2393	Tubos de precisão interna e externa, com composições químicas e propriedades mecânicas definidas, nos graus de qualidade A, B ou C. Podem ainda ser fornecidos nos estados BK (sem tratamento térmico após a última de formação a frio), BKW.
	EN 10 305 - 3 (antiga DIN 2394)	Tubos de precisão externa, com composições químicas e propriedades mecânicas definidas e nos graus de qualidade A, B ou C. Podem ainda ser fornecidos nos estados BKM (sem tratamento térmico após a calibração), GBK (recozidos em atmosfera controlada) ou NBK
	DIN 2395	Tubos de precisão para uso geral, nas seções quadradas e retangulares, com composições químicas definidas e nos graus de qualidade A ou B. Podem ainda ser fornecidos nos estado M (sem tratamento após o bitolamento), BKM (como o M, porém brilhante).
	NBR 5599	Tubos de precisão interna e externa, com composições químicas e propriedades mecânicas definidas, e em vários graus de matéria prima. Podem ainda ser fornecidos nos estados TD (Trefilado Duro), TM (Trefilado Macio), RB (Recozido Branco), RD (Recozido Decapado).

NORMAS DE TUBOS E SUAS APLICABILIDADES

APLICAÇÕES	NORMAS	DESCRIÇÃO DA NORMA
PRECISÃO	ASTM A-135	Tubos de condução nos graus A e B, com composição química e propriedades mecânicas definidas. Sendo o de grau A apto a ser dobrado ou flangeado. São normalmente fornecidos no SHC 10, com diâmetro nominal variando de 3/4 a 5". Pode ser fornecido com extremidades lisas, chanfradas ou com rosca (com ou sem luva).
	ASTM A-53	Tubos de condução nos graus A e B, com composição química e propriedades mecânicas definidas. Sendo o de grau A apto a ser dobrado, flangeado e serpentinado; e o grau B podendo sofrer dobramento e flangeamento limitados. São fornecidos normalmente nos SCH 40 e SCH 80. Pode ser fornecido com extremidades lisas, chanfradas ou com rosca (com ou sem luva). Esta norma é praticamente igual a NBR 5590.
	ASTM A-120	apesar de ainda comprada esta norma foi em 1989 englobada pela ASTM A-53) Tubos de condução, sem matéria prima especificada, normalmente nos SCH 40 e SCH 80. Podem ser fornecidos com extremidades lisas, chanfradas ou com rosca (com ou sem luva).
	DIN 2440	Tubos de condução, sem matéria-prima especificada, para pressões de no máximo 25 Kgf/cm ² para líquidos e 10 Kgf/cm ² para ar e gases não perigosos. Podem ser fornecidos com extremidades lisas, chanfradas ou com rosca (com ou sem luva). Esta norma é praticamente igual a NBR 5580 classe M.
	DIN 2441	Tubos de condução, sem matéria prima especificada, para pressões de no máximo 25 Kgf/cm ² para líquidos e 10 Kgf/cm ² para ar e gases não perigosos. Podem ser fornecidos com extremidades lisas, chanfradas ou com rosca (com ou sem luva). Esta norma é praticamente igual a NBR 5580 classe P.
CONDUÇÃO	BS 1387	Tubos de condução, com composição química e propriedades mecânicas definidas, nas classes leve, média e pesada. Podem ser fornecidos com extremidades lisas, chanfradas ou com rosca (com ou sem luva). Esta norma é praticamente igual a norma brasileira NBR 5580.
	NBR 5580	Tubos de condução, sem matéria prima especificada, nas séries leve, média e pesada. Podem ser fornecidos com extremidades lisas, chanfradas ou com rosca (com ou sem luva). Para um pequeno resumo desta norma podemos consultar o nosso catálogo técnico de conexões.
	NBR 5590	Tubos de condução nos graus A e B, com composição química e propriedades mecânicas definidas. Sendo o de grau A apto a ser dobrado, flangeado e serpentinado; e o grau B podendo sofrer dobramento e flangeamento limitados. São fornecidos normalmente nas Séries 40 e Série 80. Pode ser fornecido com extremidades lisas, chanfradas ou com rosca (com ou sem luva). Para um pequeno resumo desta norma podemos consultar o nosso catálogo técnico de conexões.
	NF A 49-141	Tubos de condução, com composição química definida, com pressão máxima admissível de uso de 36bar à temperatura ambiente. Possuem as extremidades lisas.
	NF A 49-145	Tubos de condução, com propriedades mecânicas definidas nas séries leve, média e pesada. Podem ser fornecidos com extremidades lisas, chanfradas ou com rosca (com ou sem luva).
	JIS G 3456	Tubos de condução, com propriedades mecânicas definidas. Podem ser fornecidos com extremidades lisas, chanfradas ou com rosca (com ou sem luva).

NORMAS DE TUBOS E SUAS APLICABILIDADES		
APLICAÇÕES	NORMAS	DESCRIÇÃO DA NORMA
PETROLÍFEROS	API 5 CT	São utilizados para a proteção de condutores elétricos (cabos e fios) Tubos galvanizados para proteção de condutores elétricos. Não possuem matéria-prima definida, porem são aptos de serem curvados. Podem ser fornecidos com pontas lisas ou com rosca
	API 5 L	Tubos galvanizados nas séries extra e pesada, para proteção de condutores elétricos. O aço utilizado é de baixo teor de carbono e eles são aptos a serem curvados. Podem ser fornecidos com pontas lisas ou rosca (com ou sem luva).
ELETRÓDUTOS	ANSI C 80.1	São utilizados para a proteção de condutores elétricos (cabos e fios) Tubos galvanizados para proteção de condutores elétricos. Não possuem matéria-prima definida, porem são aptos de serem curvados. Podem ser fornecidos com pontas lisas ou com rosca .
	NBR 5597	Tubos galvanizados nas séries extra e pesada, para proteção de condutores elétricos. O aço utilizado é de baixo teor de carbono e eles são aptos a serem curvados. Podem ser fornecidos com pontas lisas ou rosca (com ou sem luva).
	NBR 5598	Tubos galvanizados para proteção de condutores elétricos. Os aço utilizado é de baixo teor de carbono e eles são aptos a serem curvados. Podem ser fornecidos com pontas lisas ou rosca (com ou sem luva).

NBR 6591 : 2008	
BITOLA (mm)	TOLERÂNCIA (mm)
≤15,0	± 0,12
15,0 < D ≤ 40,0	± 0,20
40,0 < D ≤ 63,0	± 0,25
63,0 < D ≤ 90,0	± 0,30
90,0 < D ≤ 100,0	± 0,35
100 < D ≤ 127,0	± 0,40
127,0 < D ≤ 168,30	± 0,45
168,30 < D ≤ 203,20	± 0,60
203,20 < D ≤ 219,10	± 1,50
COMPRIMENTO (mm)	TOLERÂNCIA (mm)
Padrão	+ 50,0 / - 0,0
C ≤ 2000	+2 / - 0
2000 < C < 3000	+6 / - 0
3000 ≤ C ≤ 1200	+12 / - 0
>1200	Acordo Prévio
ESPESSURA (mm)	TOLERÂNCIA (mm)
Laminados a frio	± 10%
Laminados a quente	± 12,5%
EMPENAMENTO (mm)	TOLERÂNCIA (mm)
Todos	2,50
TORÇÃO (mm)	TOLERÂNCIA (mm)
D ≤ 38,10	1,30
38,10 < D ≤ 63,50	1,50
63,50 < D ≤ 101,60	1,90
101,60 < D ≤ 152,40	2,20
152,40 < D ≤ 168,30	2,50
168,30 < D ≤ 219,10	2,80

NBR 8261 : 2010	
BITOLA (mm)	TOLERÂNCIA (mm)
CIRCULAR	
D ≤ 65,0	± 0,50 mm
65,0 < D ≤ 90,0	± 0,75%
90,0 < D ≤ 140	± 0,75%
D < 140	± 0,75%
QUADRADO E RETANGULAR	
D ≤ 65,0	± 0,50 mm
65,0 < D ≤ 90,0	± 0,60 mm
90,0 < D ≤ 140	± 0,80 mm
D < 140	± 1%
COMPRIIMENTO (mm)	TOLERÂNCIA (mm)
Todos	-0 / +100
ESPESSURA (mm)	TOLERÂNCIA (mm)
Todas espessuras nominais	± 12,50
EMPENAMENTO (mm)	TOLERÂNCIA (mm)
Máximo	2,50
TORÇÃO (mm)	TOLERÂNCIA (mm)
D ≤ 38,10	1,30
38,10 < D ≤ 63,50	1,50
63,50 < D ≤ 101,60	1,90
101,60 < D ≤ 152,40	2,20
152,40 < D ≤ 203,20	2,50
D < 203,20	2,80

PROPRIEDADES MECÂNICAS			
	GRAU A	GRAU B	GRAU C
CIRCULAR			
LR (MPa)	310	400	427
LE (MPa)	228	290	317
A %	25*	23**	21***
QUADRADO E RETANGULAR			
LR (MPa)	310	400	427
LE (MPa)	269	317	345
A %	21%	19**	16***

- (*) Aplicável para espessuras de parede maior ou igual a 3,0mm. Para espessuras de parede menor, o alongamento deve ser calculado de acordo com a seguinte equação: $A=[2,20.e + 17,50]$
- (**) Aplicável para espessuras de parede maior ou igual a 4,6mm. Para espessuras de parede menor, o alongamento deve ser calculado de acordo com a seguinte equação: $A=[2,40.e + 12,00]$
- (***) Aplicável para espessuras de parede maior ou igual a 3,00mm. Para espessuras de parede menor, o alongamento deve ser estabelecido por acordo prévio entre produtor e comprador.

SUBSTITUIÇÃO DAS NORMAS

As Normas DIN 2393 , 2394 e 2395, foram substituídas pelas Normas DIN EN 10305-2 , 10305-3 e 10305-5

4. INFORMAÇÕES TÉCNICAS

4.1 - Cálculo do Peso Teórico de um Tubo Redondo de Aço Carbono

$$P = \pi \cdot p \cdot (D - e) \cdot e$$

$$\pi = 3,14159$$

$$p = 0,00785 \text{ kg/mm}^3 \text{ (peso específico do aço)}$$

P = Peso do tubo em kg/metro

D = Diâmetro externo do tubo em mm.

e = Espessura da parede do tubo em mm.

4.2 - Cálculo do Peso Teórico de um Tubo Quadrado de Aço Carbono / Tubo Retangular de Aço Carbono

$$P = p \cdot (L_1 + L_2 - 2 \cdot e) \cdot e \cdot 2$$

Sendo:

P = Peso do tubo em kg/metro

L₁ = Lado 1 em mm.

L₂ = Lado 2 em mm.

e = Espessura do tubo em mm.

$$p = 0,00785 \text{ kg/mm}^3 \text{ (peso específico do aço)}$$



4.4 - Tabela de Pesos e Medidas

FORMATO	BITOLA			PESO TEÓRICO (KG/6 MTS)								
	Pol.	mm	Barra/ Fardo	0,75	0,8	0,9	0,95	1,00	1,06	1,2	1,2	1,25
REDONDO				BF	BZ	BF	BZ	BF	BF	BF	BQ	BZ
		20,20	200	2,16	2,30	2,57	2,71	2,84	3,00	3,37	3,37	3,50
		21,3	200	2,28	2,43	2,72	2,86	3,00	3,17	3,57	3,57	3,71
	7/8"	22,22	200	2,38	2,54	2,84	2,99	3,14	3,32	3,73	3,73	3,88
	1"	25,4	200	2,74	2,91	3,26	3,44	3,61	3,82	4,30	4,30	4,47
		26,7	200	2,88	3,07	3,44	3,62	3,80	4,02	4,53	4,53	4,71
	1.1/8"	28,6	102	3,09	3,29	3,69	3,89	4,08	4,32	4,86	4,86	5,06
	1.1/4"	31,75	102	3,44	3,66	4,11	4,33	4,55	4,81	5,42	5,42	5,64
		33,4	102	3,62	3,86	4,33	4,56	4,79	5,07	5,72	5,72	5,95
	1.3/8"	34,92	102	3,79	4,04	4,53	4,77	5,02	5,31	5,99	5,99	6,23
	1.1/2"	38,1	102	4,14	4,42	4,95	5,22	5,49	5,81	6,55	6,55	6,82
	1.5/8"	41,27	102	4,50	4,79	5,38	5,67	5,96	6,31	7,11	7,11	7,40
		42,2	102	4,60	4,90	5,50	5,80	6,10	6,45	7,28	7,28	7,57
	1.3/4"	44,45	102	4,85	5,17	5,80	6,11	6,43	6,81	7,68	7,68	7,99
		45	102	4,91	5,23	5,87	6,19	6,51	6,89	7,78	7,78	8,09
	1.7/8"	47,6	70	5,20	5,54	6,22	6,56	6,89	7,30	8,24	8,24	8,57
		48,3	70	5,28	5,62	6,31	6,66	7,00	7,41	8,36	8,36	8,70
	2"	50,8	70	5,55	5,92	6,64	7,01	7,37	7,80	8,81	8,81	9,16
		57,6	70	6,31	6,72	7,55	7,96	8,37	8,87	10,01	10,01	10,42
		59	70	6,46	6,89	7,74	8,16	8,58	9,09	10,26	10,26	10,68
		60	70	6,57	7,01	7,87	8,30	8,73	9,24	10,44	10,44	10,87
		60,3	70	6,61	7,04	7,91	8,34	8,77	9,29	10,49	10,49	10,92
		62,5	61	6,85	7,30	8,20	8,65	9,10	9,64	10,88	10,88	11,33
	2.1/2"	63,5	70	6,96	7,42	8,34	8,79	9,25	9,79	11,06	11,06	11,51
	3"	76,2	44	8,37	8,92	10,03	10,58	11,13	11,78	13,32	13,32	13,86
	3.1/2"	88,9	24	9,78	10,43	11,72	12,36	13,01	13,78	15,57	15,57	16,21
	4"	101,6	19	11,19	11,93	13,41	14,15	14,88	15,77	17,83	17,83	18,56

Produção normal	■	Sob Consulta	■	Produção Futura	■
Normas ABNT NBR 6591			Material SAE 1006 a 1012		

FORMATO	BITOLA			PESO TEÓRICO (KG/6 MTs)								
	Pol.	mm	Barra/ Fardo	1,35 BF	1,50 BF	1,50 BQ	1,55 BZ	1,80 BQ	1,90 BF	1,95 BZ	2,00 BQ	2,25 BQ
REDONDO		20,20	200	3,77	4,15	4,15	4,28	4,90	5,14	5,27	5,39	5,98
		21,3	200	3,98	4,39	4,39	4,53	5,19	5,45	5,58	5,71	6,34
	7/8"	22,22	200	4,17	4,60	4,60	4,74	5,44	5,71	5,85	5,98	6,65
	1"	25,4	200	4,80	5,30	5,30	5,47	6,29	6,61	6,77	6,92	7,71
		26,7	200	5,06	5,59	5,59	5,77	6,63	6,97	7,14	7,31	8,14
	1.1/8"	28,6	102	5,44	6,01	6,01	6,20	7,14	7,51	7,69	7,87	8,77
	1.1/4"	31,75	102	6,07	6,71	6,71	6,93	7,98	8,39	8,60	8,80	9,82
		33,4	102	6,40	7,08	7,08	7,30	8,42	8,86	9,07	9,29	10,37
	1.3/8"	34,92	102	6,71	7,42	7,42	7,65	8,82	9,28	9,51	9,74	10,88
	1.1/2"	38,1	102	7,34	8,12	8,12	8,38	9,67	10,18	10,43	10,68	11,93
	1.5/8"	41,27	102	7,97	8,83	8,83	9,11	10,51	11,07	11,34	11,62	12,99
		42,2	102	8,16	9,03	9,03	9,32	10,76	11,33	11,61	11,90	13,30
	1.3/4"	44,45	102	8,61	9,53	9,53	9,84	11,36	11,96	12,26	12,56	14,05
		45	102	8,72	9,65	9,65	9,96	11,51	12,12	12,42	12,72	14,23
	1.7/8"	47,6	70	9,24	10,23	10,23	10,56	12,20	12,85	13,17	13,49	15,10
		48,3	70	9,38	10,39	10,39	10,72	12,38	13,04	13,37	13,70	15,33
	2"	50,8	70	9,88	10,94	10,94	11,29	13,05	13,75	14,09	14,44	16,16
		57,6	70	11,24	12,45	12,45	12,85	14,86	15,66	16,06	16,45	18,43
		59	70	11,52	12,76	12,76	13,18	15,23	16,05	16,46	16,87	18,89
		60	70	11,72	12,98	12,98	13,40	15,50	16,33	16,75	17,16	19,23
		60,3	70	11,78	13,05	13,05	13,47	15,58	16,42	16,84	17,25	19,33
		62,5	61	12,21	13,54	13,54	13,98	16,17	17,04	17,47	17,90	20,06
	2.1/2"	63,5	70	12,41	13,76	13,76	14,21	16,43	17,32	17,76	18,20	20,39
	3"	76,2	44	14,95	16,58	16,58	17,12	19,81	20,89	21,42	21,96	24,62
	3.1/2"	88,9	24	17,49	19,40	19,40	20,03	23,20	24,46	25,09	25,72	28,85
	4"	101,6	19	20,02	22,22	22,22	22,95	26,58	28,03	28,75	29,47	33,07

Produção normal		Sob Consulta		Produção Futura	
Normas ABNT NBR 6591			Material SAE 1006 a 1012		

FORMATO	BITOLA			PESO TEÓRICO (KG/6 MTs)									
	REDONDO	POL.	MM	BARRA/ FARDO	2,30	2,65	2,70	3,00	3,00	3,35	3,80	4,25	4,75
					BZ	BQ	BZ	BQ	BZ	BQ	BQ	BQ	BQ
		20,20	200		6,09	6,88	6,99	7,63	7,63	8,35	9,22	10,03	10,86
		21,3	200		6,47	7,31	7,43	8,12	8,12	8,90	9,84	10,72	11,63
	7/8"	22,22	200		6,78	7,67	7,80	8,53	8,53	9,35	10,36	11,30	12,28
	1"	25,4	200		7,86	8,92	9,07	9,94	9,94	10,93	12,14	13,30	14,51
		26,7	200		8,30	9,43	9,59	10,52	10,52	11,57	12,88	14,12	15,43
	1.1/8"	28,6	102		8,95	10,17	10,35	11,36	11,36	12,52	13,94	15,31	16,76
	1.1/4"	31,75	102		10,02	11,41	11,6	12,76	12,76	14,08	15,71	17,29	18,98
		33,4	102		10,58	12,06	12,26	13,49	13,49	14,89	16,64	18,33	20,14
	1.3/8"	34,92	102		11,10	12,65	12,87	14,17	14,17	15,65	17,50	19,29	21,20
	1.1/2"	38,1	102		12,18	13,90	14,1	15,58	15,58	17,22	19,29	21,29	23,44
	1.5/8"	41,27	102		13,26	15,14	15,4	16,99	16,99	18,80	21,07	23,28	25,67
		42,2	102		13,58	15,51	15,78	17,40	17,40	19,26	21,59	23,86	26,32
	1.3/4"	44,45	102		14,34	16,39	16,68	18,40	18,40	20,37	22,86	25,28	27,90
		45	102		14,53	16,61	16,90	18,64	18,64	20,64	23,16	25,62	28,29
	1.7/8"	47,6	70		15,42	17,62	17,94	19,80	19,80	21,93	24,63	27,26	30,12
		48,3	70		15,65	17,90	18,22	20,11	20,11	22,28	25,02	27,70	30,61
	2"	50,8	70		16,50	18,88	19,22	21,22	21,22	23,52	26,43	29,27	32,36
		57,6	70		18,82	21,55	21,93	24,24	24,24	26,89	30,25	33,55	37,14
		59	70		19,30	22,09	22,49	24,86	24,86	27,58	31,04	34,43	38,13
		60	70		19,64	22,49	22,89	25,30	25,30	28,08	31,60	35,06	38,83
		60,3	70		19,74	22,60	23,01	25,43	25,43	28,23	31,77	35,25	39,04
		62,5	61		20,49	23,47	23,89	26,41	26,41	29,32	33,00	36,63	40,59
	2.1/2"	63,5	70		20,83	23,86	24,29	26,85	26,85	29,81	33,57	37,26	41,29
	3"	76,2	44		25,15	28,84	29,36	32,49	32,49	36,11	40,71	45,24	50,22
	3.1/2"	88,9	24		29,47	33,82	34,44	38,13	38,13	42,40	47,85	53,23	59,14
	4"	101,6	19		33,79	38,80	39,51	43,77	43,77	48,70	54,99	61,22	68,07

Produção Normal Sob Consulta Produção Futura
 Normas ABNT NBR 6591 Material SAE 1006 a 1012

FORMATO	BITOLA				PESO TEÓRICO (KG/6 MTs)													
	Pol.	mm	Bitola de Partida	Barra/Fardo	0,75	0,8	0,9	0,95	1	1,06	1,2	1,2	1,25	1,35	1,5	1,5	1,55	1,8
					BF	BZ	BF	BZ	BF	BF	BF	BQ	BZ	BF	BF	BQ	BZ	BQ
	1"	20X20	25,40	156	2,74	2,91	3,26	3,44	3,61	3,82	4,30	4,30	4,47	4,80	5,30	5,30	5,47	6,29
	1.1/4"	25X25	31,75	100	3,44	3,66	4,11	4,33	4,55	4,81	5,42	5,42	5,64	6,07	6,71	6,71	6,93	7,98
	1.1/2"	30X30	38,10	100	4,14	4,42	4,95	5,22	5,49	5,81	6,55	6,55	6,82	7,34	8,12	8,12	8,38	9,67
	2"	40X40	50,80	64	5,55	5,92	6,64	7,01	7,37	7,80	8,81	8,81	9,16	9,88	10,94	10,94	11,29	13,05
	2.1/2"	50X50	63,50	49	6,96	7,42	8,34	8,79	9,25	9,79	11,06	11,06	11,51	12,41	13,76	13,76	14,21	16,43
	3"	60X60	76,20	36	8,37	8,92	10,03	10,58	11,13	11,78	13,32	13,32	13,86	14,95	16,58	16,58	17,12	19,81
	4"	80X80	101,60		11,19	11,93	13,41	14,15	14,88	15,77	17,83	17,83	18,56	20,02	22,22	22,22	22,95	26,58

FORMATO	BITOLA				PESO TEÓRICO (KG/6 MTs)													
	Pol.	mm	Bitola de Partida	Barra/Fardo	1,9	1,95	2	2,25	2,3	2,65	2,7	3	3	3,35	3,8	4,25	4,75	
					BF	BZ	BQ	BQ	BZ	BQ	BZ	BQ	BZ	BQ	BQ	BQ	BQ	BQ
	1"	20X20	25,40	156	6,61	6,77	6,92	7,71	7,86	8,92	9,07	9,94	9,94	10,93	12,14	13,30	14,51	
	1.1/4"	25X25	31,75	100	8,39	8,60	8,80	9,82	10,02	11,41	11,61	12,76	12,76	14,08	15,71	17,29	18,98	
	1.1/2"	30X30	38,10	100	10,18	10,43	10,68	11,93	12,18	13,90	14,14	15,58	15,58	17,22	19,29	21,29	23,44	
	2"	40X40	50,80	64	13,75	14,09	14,44	16,16	16,50	18,88	19,22	21,22	21,22	23,52	26,43	29,27	32,36	
	2.1/2"	50X50	63,50	49	17,32	17,76	18,20	20,39	20,83	23,86	24,29	26,85	26,85	29,81	33,57	37,26	41,29	
	3"	60X60	76,20	36	20,89	21,42	21,96	24,62	25,15	28,84	29,36	32,49	32,49	36,11	40,71	45,24	50,22	
	4"	80X80	101,60		28,03	28,75	29,47	33,07	33,79	38,80	39,51	43,77	43,77	48,70	54,99	61,22	68,07	

Produção Normal
 Sob Consulta
 Produção Futura

Normas ABNT NBR 6591 Material SAE 1006 a 1012

FORMATO	BITOLA				PESO TEÓRICO (KG/6 MTs)													
	Pol.	mm	Bitola de Partida	Barra/Fardo	0,75	0,8	0,9	0,95	1	1,06	1,2	1,2	1,25	1,35	1,5	1,5	1,55	1,8
					BF	BZ	BF	BZ	BF	BF	BF	BQ	BZ	BF	BF	BQ	BZ	BQ
	1.1/4"	30X20	31,75	100	3,44	3,66	4,11	4,33	4,55	4,81	5,42	5,42	5,64	6,07	6,71	6,71	6,93	7,98
	1.1/2"	40X20	38,10	98	4,14	4,42	4,95	5,22	5,49	5,81	6,55	6,55	6,82	7,34	8,12	8,12	8,38	9,67
	1.5/8"	25X40	41,27	100	4,50	4,79	5,38	5,67	5,96	6,31	7,11	7,11	7,40	7,97	8,83	8,83	9,11	10,51
	1.3/4"	40X30	44,45	99	4,85	5,17	5,80	6,11	6,43	6,81	7,68	7,68	7,99	8,61	9,53	9,53	9,84	11,36
	1.3/4"	50X20	44,45	105	4,85	5,17	5,80	6,11	6,43	6,81	7,68	7,68	7,99	8,61	9,53	9,53	9,84	11,36
	2"	50X30	50,80	70	5,55	5,92	6,64	7,01	7,37	7,80	8,81	8,81	9,16	9,88	10,94	10,94	11,29	13,05
	2.1/4"	50X40	57,60	56	6,31	6,72	7,55	7,96	8,37	8,87	10,01	10,01	10,42	11,24	12,45	12,45	12,85	14,86
	2.1/4"	60X30	57,60	40	6,31	6,72	7,55	7,96	8,37	8,87	10,01	10,01	10,42	11,24	12,45	12,45	12,85	14,86
	2.1/2"	60X40	63,50	54	6,96	7,42	8,34	8,79	9,25	9,79	11,06	11,06	11,51	12,41	13,76	13,76	14,21	16,43
	2.1/2"	70X30	63,50	40	6,96	7,42	8,34	8,79	9,25	9,79	11,06	11,06	11,51	12,41	13,76	13,76	14,21	16,43
	3"	80X40	76,20	36	8,37	8,92	10,03	10,58	11,13	11,78	13,32	13,32	13,86	14,95	16,58	16,58	17,12	19,81
	3.1/2"	100X40	88,90	24	9,78	10,43	11,72	12,36	13,01	13,78	15,57	15,57	16,21	17,49	19,40	19,40	20,03	23,20

Produção Normal
 Sob Consulta
 Produção Futura

Normas ABNT NBR 6591 Material SAE 1006 a 1012

FORMATO	BITOLA				PESO TEÓRICO (KG/6 MTS)															
	Pol.	mm	Bitola de Partida	Barra/Fardo	1,9	1,95	2	2,25	2,3	2,65	2,7	3	3	3,35	3,8	4,25	4,75	3,8	4,25	4,75
Retangular					BF	BZ	BQ	BQ	BZ	BQ	BZ	BQ	BZ	BQ						
	1.1/4"	30X20	31,75	100	8,39	8,60	8,80	9,82	10,02	11,41	11,61	12,76	12,76	14,08	15,71	17,29	18,98	15,71	17,29	18,98
	1.1/2"	40X20	38,10	98	10,18	10,43	10,68	11,93	12,18	13,90	14,14	15,58	15,58	17,22	19,29	21,29	23,44	19,29	21,29	23,44
	1.5/8"	25X40	41,27	100	11,07	11,34	11,62	12,99	13,26	15,14	15,41	16,99	16,99	18,80	21,07	23,28	25,67	21,07	23,28	25,67
	1.3/4"	40X30	44,45	99	11,96	12,26	12,56	14,05	14,34	16,39	16,68	18,40	18,40	20,37	22,86	25,28	27,90	22,86	25,28	27,90
	1.3/4"	50X20	44,45	105	11,96	12,26	12,56	14,05	14,34	16,39	16,68	18,40	18,40	20,37	22,86	25,28	27,90	22,86	25,28	27,90
	2"	50X30	50,80	70	13,75	14,09	14,44	16,16	16,50	18,88	19,22	21,22	21,22	23,52	26,43	29,27	32,36	26,43	29,27	32,36
	2.1/4"	50X40	57,60	56	15,66	16,06	16,45	18,43	18,82	21,55	21,93	24,24	24,24	26,89	30,25	33,55	37,14	30,25	33,55	37,14
	2.1/4"	60X30	57,60	40	15,66	16,06	16,45	18,43	18,82	21,55	21,93	24,24	24,24	26,89	30,25	33,55	37,14	30,25	33,55	37,14
	2.1/2"	60X40	63,50	54	17,32	17,76	18,20	20,39	20,83	23,86	24,29	26,85	26,85	29,81	33,57	37,26	41,29	33,57	37,26	41,29
	2.1/2"	70X30	63,50	40	17,32	17,76	18,20	20,39	20,83	23,86	24,29	26,85	26,85	29,81	33,57	37,26	41,29	33,57	37,26	41,29
	3"	80X40	76,20	36	20,89	21,42	21,96	24,62	25,15	28,84	29,36	32,49	32,49	36,11	40,71	45,24	50,22	40,71	45,24	50,22
	3.1/2"	100X40	88,90	24	24,46	25,09	25,72	28,85	29,47	33,82	34,44	38,13	38,13	42,40	47,85	53,23	59,14	47,85	53,23	59,14

Produção Normal	Sob Consulta	Produção Futura
Normas ABNT NBR 6591	Material SAE 1006 a 1012	

4.5 - Tabela Requisitos de Normas de Tubos (Composição Química e Propriedades Mecânicas)

NORMA	GRAUS	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)									
		Da Corrida					Do Produto				
		C Máx.	Mn Máx.	P Máx.	S Máx.	Cu	C Máx.	Mn Máx.	P Máx.	S Máx.	Cu
NBR 6591	-	SAE 1006 A 1026 ou por acordo qualquer outro grau de aço					SAE 1006 A 1026 ou por acordo qualquer outro de aço				
NBR 8261	A	0,260	-	0,040	0,050	0,20(*)	0,300	-	0,050	0,063	0,18(**)
	B	0,260	-	0,040	0,050	0,20(*)	0,300	-	0,050	0,063	0,18(**)
	C	0,230	1,350	0,040	0,050	0,20(*)	0,270	1,400	0,050	0,063	0,18(**)
AST M A500	A	0,260	-	0,040	0,050	0,20(*)	0,300	-	0,050	0,063	0,18(**)
	B	0,260	-	0,040	0,050	0,20(*)	0,300	-	0,050	0,063	0,18(**)
	C	0,230	1,350	0,040	0,050	0,20(*)	0,270	1,400	0,050	0,063	0,18(**)
AST M A513	-	MT 1010 A 1026 ou por acordo qualquer outro grau de aço									
N M 123	-	TM 1008 A 1021 ou por acordo qualquer outro grau de aço									
EN 10305- 3 (antiga DIN 2394)	A	RST 34.2, RST 37.2, ST 44.2, ou ST 52.4									
	C	Por acordo qualquer outro grau de aço a combinar									
DIN 2458	-	ST33 ou por acordo qualquer outro grau de aço									

PROPRIEDADES MECÂNICAS			
LE (MPa)		LR (MPa)	Along. (%)
Quadrada Retangular	Seção Circular		
-	-	-	-
269 mín. 317 mín. 345 mín.	228 mín. 290 mín. 317 mín.	310 mín. 400 mín. 427 mín.	25 23 21
269 mín. 317 mín. 345 mín.	228 mín. 290 mín. 317 mín.	310 mín. 400 mín. 427 mín.	25 23 21
-	-	-	-
-	-	-	-
Conforme Matéria-Prima			
-	-	-	-
-	175 mín.	290 - 540	15

(*) teor mínimo de cobre, quando requerido

4.6 - Tabela de Composição Química e Propriedades Mecânicas - Matéria-Prima

Norma	Graus	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)										PROPRIEDADES MECÂNICAS		
		C	Mn	P máx.	S máx.	Cu	Al	Si	Nb	Ti	Cr	LE (MPa)	LR (MPa)	Along. (%) ⁽³⁾
SAE	1006	0,08 máx.	0,45 máx.	0,040	0,050	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1008	0,10 máx.	0,50 máx.	0,040	0,050	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1010	0,08 - 0,13	0,30 - 0,60	0,040	0,050	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1012	0,10 - 0,15	0,30 - 0,60	0,040	0,050	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1020	0,17 - 0,23	0,30 - 0,60	0,040	0,050	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1021	0,17 - 0,23	0,60 - 0,90	0,040	0,050	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ASTM A36	-	0,25 máx.	-	0,040	0,050	*(1)	-	0,40 máx.	-	-	-	250 mín.	400 - 550	23
ASTM A570	Gr. 36	0,25 máx.	0,90 máx.	0,035	0,040	*(1)	-	-	-	-	-	250 mín.	365 mín.	22
	Gr. 45	0,25 máx.	1,35 máx.	0,035	0,040	*(1)	-	-	-	-	-	310 mín.	415 mín.	19
	Gr. 50	0,25 máx.	1,35 máx.	0,035	0,040	*(1)	-	-	-	-	-	345 mín.	450 mín.	17
ASTM A572	Gr. 42	0,21 máx.	1,35 máx.	0,040	0,050	*(1)	-	0,40 máx.	-	-	-	290 mín.	415 mín.	20
	Gr. 50	0,23 máx.	1,35 máx.	0,040	0,050	*(1)	-	0,40 máx.	-	-	-	345 mín.	450 mín.	18
CSN	LNE400	0,11 máx.	1,40 máx.	0,020	0,018	-	0,015 - 0,060	0,15 máx.	0,04 máx.	0,05 mín.	-	400 mín.	520 mín.	18
	LNE60	0,12 máx.	1,60 máx.	0,025	0,015	-	0,015 - 0,060	0,35 máx.	0,03 mín.	0,07 mín.	-	600 mín.	650 mín.	16
	COR420	0,17 máx.	1,00 máx.	0,025	0,025	0,20 - 0,50	0,015 - 0,070	0,35 máx.	-	-	0,55 - 0,80	300 mín.	420 mín.	20
	COR500	0,17 máx.	1,20 máx.	0,025	0,025	0,20 - 0,50	0,015 - 0,070	0,35 máx.	-	-	0,55 - 0,80	380 mín.	500 mín.	18
NBR 6656	LNE 38	0,10 máx.	1,10 máx.	0,030	0,030	-	0,020 mín.	0,35 máx.	-	-	-	380-530	460 - 600	22
	LNE 50	0,12 máx.	1,50 máx.	0,030	0,015	-	0,020 mín.	0,35 máx.	0,12 máx.	0,20 máx.	-	500-620	560 - 700	18
DIN 17100	RST 37.2	0,17 máx.	-	0,050	0,050	-	-	-	-	-	-	235 mín.	340 - 470	24
	ST44.2	0,21 máx.	-	0,050	0,050	-	-	-	-	-	-	275 mín.	410 - 540	20
	ST52.3	0,20 máx.	*(2)	0,040	0,040	-	-	*(2)	-	-	-	355 mín.	490 - 630	20

- 0,20% Cu mín. quando especificado;
- O teor não deve ultrapassar 0,55% Si e 1,60 Mn na análise de panela;
- Valores de referência para o alongamento. Pode variar em função da espessura da chapa e da base medida da amostra.

5 – Fatores de Conversão- Medida e Peso

Para transformar as unidades listadas em A para B multiplique pelo fator indicado na coluna A→B;
Para transformar as unidades listadas em B para A multiplique pelo fator indicado na coluna B→A.

A	B	A → B	B → A
Polegada	Centímetro	2,54	0,3937
Polegada	Milímetro	25,4	0,03937
Pé	Metro	0,3048	3,2808
Jarda	Metro	0,9144	1,0936
Milha	Quilômetro	1,6093	0,6214
Pol ²	cm ²	6,4516	0,155
Pé ²	m ²	0,0929	10,7639
Mi ²	km ²	2,59	0,3861
Pol ³	cm ³	16,3871	0,061
Pé ³	m ³	0,0283	35,3147
Galão (USA)	Litro	3,7854	0,2642
Galão Imperial	Litro	4,5461	0,22
Barril	m ³	0,159	6,2893
Libra	Quilograma	0,4536	2,2046
Ton. curta (2.000 lb)	Tonelada	0,9072	1,1023
Ton. longa (2.240 lb)	Tonelada	1,016	0,9842
Onça (avoirdupois)	Gramas	28,3495	0,0353
Onça (troy)	Gramas	31,1035	0,0322
Libra/pol ³	Gramas/cm ³	27,6799	0,0361
Libra/pé ³	Gramas/cm ³	0,016	62,428
Pé/minuto	Metro/segundo	0,0051	196,8504
Pé/segundo	km/hora	1,0973	0,9113

A	B	A → B	B → A
Galão/minuto	Litro/segundo	0,0631	15,8503
Megapascal (MPa)	kg/cm ²	9,81	0,102
Megapascal (MPa)	kg/mm ²	0,102	9,81
Libra ² /pol ²	kg/cm ²	0,0703	14,2233
Libra ² /pé ²	kg/m ²	4,8828	0,2048
Libra ² /pé ²	Quilograma/metro	0,1383	7,2307
Horse Power (HP)	Quilowatt	0,7457	1,341
Cavalo Vapor (CV)	Quilowatt	0,7355	1,3596
BTU/min	Quilowatt	0,0176	56,869
BTU	Quilocaloria	0,252	3,9683
BTU	Quilowatt * hora	0,0003	3413
BTU/h pé ² °F	kcal/h m ² °C/m	0,124	8,06
BTU/h pé ² °F	kcal/h m ² °C	4,8824	0,2048
BTU/h pé ²	kcal/m ²	9,8991	0,1124
BTU/lb	kcal/kg	0,5556	1,8
Quilocaloria	Quilowatt	0,0012	859,8452
Atmosfera	kg/cm ²	1,0332	0,9678
Bar	Atmosfera	0,9869	1,0133
Bar	Psi	14,504	0,0689
Metro/minuto	cm/segundo	1,6667	0,6
Dia	Minuto	1440	6,944 x 10 ⁻⁴
Ano (365 d)	Hora	8765	1,1408 x 10 ⁻⁴