



**ABNT - Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13/28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (21) 3974-2300
Fax: (21) 2240-8249/2220-6436
Endereço eletrônico:
www.abnt.org.br

Copyright © 2003,
ABNT—Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

DEZ 2003

NBR 5020

Tubos de cobre sem costura para uso geral - Requisitos

Origem: Projeto NBR 5020:2003
ABNT/CB-44 - Comitê Brasileiro do Cobre
CE-44:000.02 - Comissão de Estudo de Tubos e Conexões de Cobre
NBR 5020 - Seamless copper tube for general purpose - Requirements
Descriptors: Copper. Copper tube
Esta Norma foi baseada na ASTM B75:1999
Esta Norma substitui a NBR 5020:2001
Válida a partir de 30.01.2004

Palavras-chave: Cobre. Tubo de cobre

10 páginas

Sumário

- Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências normativas
- 3 Definições
- 4 Requisitos gerais
- 5 Requisitos específicos
- 6 Aceitação e rejeição

Prefácio

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos ABNT/CB e ABNT/ONS, circulam para Consulta Pública entre os associados da ABNT e demais interessados.

1 Objetivo

Esta Norma especifica os requisitos para tubos de cobre sem costura para uso geral.

NOTA - Requisitos particulares relativos a produtos para aplicações específicas são estabelecidos em normas de especificação correspondentes e podem alterar um ou mais requisitos desta Norma.

2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento.

NBR 5019:2001 - Produtos e ligas de cobre - Terminologia

NBR 5891:1977 - Regras de arredondamento na numeração decimal - Procedimento

NBR 8559:1994 Materiais isolantes sólidos - Determinação da resistência elétrica e resistividade a temperaturas elevadas - Métodos de ensaio

NBR 11568:1990 - Determinação do tamanho de grão em materiais metálicos - Procedimento

NBR NM 146-1:1998 - Materiais metálicos - Dureza Rockwell - Parte 1: Medição da dureza Rockwell (escalas A, B, C, D, E, F, G, H e K) e Rockwell superficial (escalas 15 N, 30 N, 45 N, 15 T, 30 T e 45 T).

NBR ISO 6892:2002 - Materiais metálicos - Ensaio de tração à temperatura ambiente

ASTM B 153:1996 - Test methods for expansion (pin test) of copper and copper alloy pipe and tubing

ASTM B 577:1993 - Standard test methods for detection of cuprous oxide (hidrogen embrittlement susceptibility) in copper

ASTM E 53:1998 - Standard test methods for determination of copper in unalloyed copper by gravimetry

ASTM E 62:1996 - Standard test methods for chemical analysis of copper and copper alloys (photometric methods)

ASTM E 243:1997 - Standard practice for electromagnetic (Eddy-current) - Examination of copper and copper - Alloy tubes

3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as definições constantes na NBR 5019 e as seguintes:

3.1 Têmperas

3.1.1 encruada leve (H55) (dobrável): Aquela usada quando o tubo deve apresentar certa rigidez, mas pode ser dobrado se necessário.

3.1.2 encruada média (H58): Aquela usada para aplicações gerais, onde não há necessidade de grande rigidez nem de que o tubo seja dobrável.

3.1.3 encruada dura (H80): Aquela usada quando se necessita de um tubo com rigidez industrialmente possível para o tamanho solicitado.

3.1.4 recozida mole (O50): Aquela caracterizada por um tamanho de grão de 0,040 mm máximo. Esta deve ser completamente recristalizada.

3.1.5 recozida extramole (O60): Aquela caracterizada por um tamanho de grão de 0,040 mm mínimo. Esta deve ser completamente recristalizada.

3.2 Dimensões

3.2.1 comprimento: Distância entre as extremidades do tubo, medida segundo seu eixo longitudinal.

3.2.2 comprimento nominal (L): Comprimento solicitado e que serve de base para aplicar as tolerâncias correspondentes.

3.2.3 comprimento de produção: Comprimento variável entre limites estabelecidos por acordo prévio entre o produtor e o comprador.

3.2.4 espessura de parede nominal (e): Espessura solicitada e que serve de base para aplicar as tolerâncias correspondentes.

3.2.5 desvio de retilidade: Maior flecha do arco que se forma ao comparar um determinado comprimento do tubo com uma referência reta.

3.3 Tubos de seção circular

3.3.1 diâmetro nominal (Dn): Diâmetro solicitado de um tubo e que serve de base para aplicar as tolerâncias correspondentes.

3.3.2 diâmetro médio (externo ou interno): Média de duas medidas do diâmetro tiradas ortogonalmente na mesma seção transversal do tubo, em qualquer ponto.

3.3.3 ovalização: Desvio da seção do tubo da forma circular, evidenciado pela diferença entre duas medidas do diâmetro externo na mesma seção transversal do tubo, em qualquer ponto.

3.4 Tubos de seção retangular e quadrada

3.4.1 distância entre superfícies paralelas: Na figura 1, as medidas a e c (externas), b e d (internas).

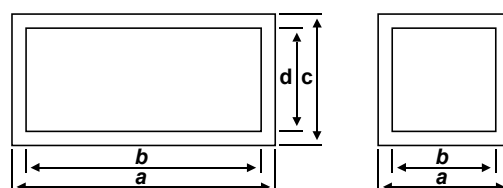


Figura 1 - Tubos de seção retangular e quadrada

3.4.2 distância nominal entre superfícies paralelas: Distância externa ou interna entre superfícies paralelas, ou ambas, conforme o caso, com que se solicita um tubo e que serve de base para aplicar as tolerâncias correspondentes.

3.4.3 torção: Rotação, em torno do eixo longitudinal do tubo, de uma das suas extremidades em relação à outra.

3.4.4 cantos vivos: Arestas nas quais a interseção das superfícies adjacentes é praticamente uma linha.

3.4.5 raio permissível nos cantos: Raio máximo permitido na curva que se produz no encontro das superfícies planas adjacentes (externas ou internas) e se mede numa seção normal ao eixo longitudinal do tubo.

4 Requisitos gerais

4.1 Material

O produto fornecido deve ser produzido com qualquer dos tipos de cobre mencionados na tabela 1.

Tabela 1 - Tipos de cobre

Liga	Designação comercial	Tipo de cobre
C10200	Cu OF	Livre de oxigênio, sem residual desoxidante
C10300	Cu OFXLP	Livre de oxigênio, com extrabaixo teor de fósforo
C11000	Cu ETP	Eletrolítico, com residual desoxidante
C12000	Cu DLP	Desoxidado, baixo teor residual de fósforo
C12200	Cu DHP	Desoxidado, alto teor residual de fósforo

NOTA - As ligas anotadas estão associadas aos códigos de liga definidos pelo CDA (Cooper Development Association).

4.2 Fabricação

Os tubos devem ter seu início de fabricação por processo a quente, conservando uma seção contínua em todas as operações efetuadas, devendo ser acabados por trefilação a frio, com ou sem tratamento térmico posterior, a fim de se obterem as propriedades especificadas nesta Norma.

4.3 Fornecimento

Os tubos recozidos são normalmente fornecidos em rolos e os encruados são normalmente fornecidos em peças retas, podendo ser fornecidos de outras formas, desde que acordado entre comprador e fornecedor.

4.4 Acabamento

Os tubos devem ser entregues limpos interna e externamente e isentos de defeitos que prejudiquem a sua utilização posterior.

4.5 Dimensões

Os tubos devem ter as dimensões que a ordem de compra especifica, com as tolerâncias que estão estabelecidas na seção 5. As medidas devem ser expressas em milímetros.

4.5.1 Tubos de seção circular

Os tubos de seção circular são normalmente especificados pelo diâmetro externo e espessura de parede nominal, podendo também ser especificados pelo diâmetro interno e espessura de parede ou diâmetro externo e interno, mas não por todos os três ao mesmo tempo.

As tolerâncias estabelecidas na seção 5 são também aplicáveis a somente duas das três medidas.

Se forem mencionadas as três medidas na ordem de compra, devem ser considerados somente o diâmetro externo e a espessura de parede para efeitos de fabricação, inclusive tolerâncias.

4.5.2 Tubos de seção retangular ou quadrada

Os tubos de seção retangular ou quadrada são normalmente especificados pelas distâncias entre superfícies paralelas externas (a e c da figura 1) e espessuras da parede nominal, podendo também ser especificados pelas distâncias entre superfícies paralelas externas (a e c) e internas (b e d) ou pelas distâncias entre superfícies paralelas internas da parede, mas não por todas.

As tolerâncias estabelecidas na seção 5 também não se aplicam a todas as medidas ao mesmo tempo.

Se forem mencionadas todas as medidas na ordem de compra, devem ser consideradas somente as distâncias entre superfícies paralelas externas e a espessura de parede para efeitos de fabricação, inclusive tolerâncias.

4.5.3 Tubos de seção elíptica

Os tubos de seção elíptica são normalmente especificados pelo diâmetro externo ou interno das elipses maior e menor, e pela espessura de parede.

As tolerâncias estabelecidas na seção 5 também não se aplicam a todas as medidas ao mesmo tempo.

4.6 Ordem de compra

O comprador, em sua ordem de compra, deve indicar no mínimo o seguinte:

- a) dimensões;
- b) tipo de cobre (liga);
- c) têmpera;
- d) tipo de fornecimento (unidades retas ou rolo);
- e) tipo de acondicionamento;
- f) quantidade.

4.7 Acondicionamento e identificação

4.7.1 Acondicionamento

Os tubos devem ser separados segundo o tipo de cobre, dimensões e têmpera, e ser acondicionados de tal maneira que não sofram danos durante o manuseio e o transporte normais.

4.7.2 Identificação

Cada unidade de transporte deve conter no mínimo as seguintes indicações:

- a) tipo de cobre (liga);
- b) dimensões dos tubos;
- c) têmpera;
- d) massas bruta e líquida;
- e) nome ou marca do fabricante;
- f) número do pedido;
- g) número desta Norma.

NOTA - Informações adicionais podem ser acrescentadas, desde que acordadas entre comprador e fornecedor.

4.8 Armazenamento e estocagem

No armazenamento e estocagem dos tubos, devem ser tomados os seguintes cuidados:

- a) estocar os tubos em locais limpos e secos;
- b) não deixar os tubos em contato direto com o solo;
- c) não deixar os tubos de cobre em contato com tubos de aço ou ferro;
- d) não deixar que os tubos entrem em contato com produtos químicos e fiquem expostos num mesmo local que tais materiais;
- e) evitar choques mecânicos nos tubos que possam ovalizá-los ou amassá-los.

5 Requisitos específicos

5.1 Dimensionais

5.1.1 Comprimento

5.1.1.1 Os comprimentos nominais de fornecimento devem estar de acordo com a norma de especificação do produto. Quando não especificado pelo comprador, o comprimento para tubos retos deve ser fornecido de 4,0 m a 6,0 m.

5.1.1.2 Para tubos retos, a tolerância no comprimento deve estar de acordo com a tabela 2.

Tabela 2 - Tolerância no comprimento para tubos em unidades retas

Dimensões em milímetros

Comprimento nominal L	Diâmetro nominal (D_n)		
	$D_n \leq 25$	$25 < D_n \leq 100$	$100 < D_n$
$L \leq 150$	1	2	-
$150 < L \leq 600$	2	3	6
$600 < L \leq 2\ 000$	2	4	6
$2\ 000 < L \leq 4\ 000$	6	6	6
$4\ 000 < L$	12	12	12

NOTA - Os valores especificados dizem respeito às tolerâncias para mais no comprimento. Se a tolerância for especificada para menos, devem ser utilizados os mesmos valores; se for especificada para mais e para menos, deve ser utilizada a metade dos valores.

5.1.1.3 Para tubos recozidos em rolos, fornecidos em comprimento exato, a tolerância no comprimento deve estar de acordo com a tabela 3.

Tabela 3 - Tolerâncias no comprimento para tubos em rolos

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal (D_n)	Comprimento nominal L	
	$L \leq 16\ 000$	$16\ 000 < L \leq 46\ 000$
$D_n \leq 50$	300	600

NOTA - Os valores especificados dizem respeito às tolerâncias para mais no comprimento.

5.1.1.4 Os tubos fornecidos em rolos devem ter massa de até 200 kg, sem emendas. Massas em faixas mais estreitas podem ser fornecidas, mediante acordo entre fabricante e comprador.

5.1.2 Diâmetro

Para tubos de seção circular, a tolerância no diâmetro externo ou interno deve estar de acordo com a tabela 4.

Tabela 4 - Tolerância no diâmetro externo ou interno

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal (D_n)	Tolerância ¹⁾
$D_n \leq 16$	$\pm 0,05$
$16 < D_n \leq 25$	$\pm 0,06$
$25 < D_n \leq 50$	$\pm 0,08$
$50 < D_n \leq 75$	$\pm 0,10$
$75 < D_n \leq 100$	$\pm 0,12$
$100 < D_n \leq 125$	$\pm 0,15$
$125 < D_n \leq 150$	$\pm 0,18$
$150 < D_n \leq 200$	$\pm 0,20$
$200 < D_n \leq 250$	$\pm 0,25$

¹⁾ A tolerância aplica-se tanto ao diâmetro externo como ao interno. Quando existe acordo prévio para tomar a tolerância num sentido, esta deve ser o dobro do valor dado nesta tabela.

5.1.3 Distâncias entre superfícies paralelas

Para tubos retangulares e quadrados, a tolerância na distância entre superfícies paralelas externas ou internas deve estar de acordo com a tabela 5.

Tabela 5 - Tolerância na distância entre superfícies paralelas dos tubos de seção retangular ou quadrada

Dimensões em milímetros	
Média nominal - a ou b	Tolerância
$a/b \leq 3$	$\pm 0,08$
$13 < a/b \leq 16$	$\pm 0,10$
$16 < a/b \leq 25$	$\pm 0,12$
$25 < a/b \leq 50$	$\pm 0,15$
$50 < a/b \leq 75$	$\pm 0,18$
$75 < a/b \leq 100$	$\pm 0,20$
$100 < a/b \leq 125$	$\pm 0,23$
$125 < a/b \leq 150$	$\pm 0,25$
$150 < a/b \leq 200$	$\pm 0,28$
$200 < a/b \leq 250$	$\pm 0,30$

NOTAS

1 Ver figura 1. A medida a determina a tolerância aplicável tanto a a como a c ; a medida b determina a tolerância aplicável tanto a b como a d .

2 Quando existe acordo prévio para tomar a tolerância num só sentido, esta deve ser o dobro do valor dado nesta tabela.

5.1.4 Espessura de parede

5.1.4.1 Para tubos de seção circular, a tolerância na espessura de parede deve ser de 10% para mais e para menos da espessura nominal especificada.

5.1.4.2 Para tubos de seção retangular ou quadrada, a tolerância na espessura da parede deve ser de 10% para mais ou para menos da espessura nominal especificada.

5.1.4.3 No caso dos tubos retangulares, a maior dimensão (a , na figura 1) determina a tolerância aplicável à espessura de todas as paredes.

5.1.5 Ovalização

Para tubos de seção circular em unidades retas, encruados, com espessura de parede igual ou superior a 0,40 mm, a tolerância de ovalização deve estar de acordo com a tabela 6. Para determinar conformidade, deve-se calcular a relação entre a espessura de parede nominal (e) e o diâmetro externo (De).

Tabela 6 - Tolerância na ovalização para tubos de seção circular, encruados, retos

Relação r entre a espessura de parede nominal e o diâmetro externo ($r = e/Dn$)	Ovalização, em porcentagem, do diâmetro nominal (em milímetros, arredondada ao múltiplo mais próximo de 0,01 mm)
$0,01 \leq r \leq 0,03$	1,5%
$0,02 \leq r \leq 0,05$	1,0%
$0,05 \leq r \leq 0,10$	0,8% (mínimo 0,05 mm)
$0,10 \leq r$	0,7% (mínimo 0,05 mm)

NOTA - Não se estabelecem tolerâncias de ovalização para tubos extrudados, tubos recozidos retos ou em rolos.

5.1.6 Torção

5.1.6.1 Para tubos de seção retangular ou quadrada, encruados, cuja maior medida externa nominal seja igual ou superior a 12 mm, o ângulo de torção deve ser igual ou inferior a 1° para cada 300 mm de comprimento do tubo, arredondando-se os valores ao grau mais próximo, de acordo com a NBR 5891. Além disso, o ângulo de torção total deve ser igual ou inferior a 20°.

NOTA - Não se estabelecem tolerâncias para tubos na têmpera recozida, nem para tubos cuja maior medida externa nominal seja inferior a 12 mm.

5.1.6.2 Coloca-se o tubo sobre uma superfície plana horizontal, que sirva de referência. Se o tubo tiver uma curvatura acentuada, deve ser posicionado com um lado convexo em contato com o plano de referência. Fixa-se uma das extremidades do tubo à superfície que serve de plano de referência, mediante um dispositivo adequado. Apóia-se um transferidor transparente, com escala em graus sexagesimais, sobre a extremidade livre (Figura 2, exemplo 1), de tal maneira que a linha 0° fique em contato com o plano de referência ou paralelo a ele. Lê-se o ângulo formado por esta linha e o que coincide com a superfície plana inferior do tubo (Figura 2, exemplo 2).

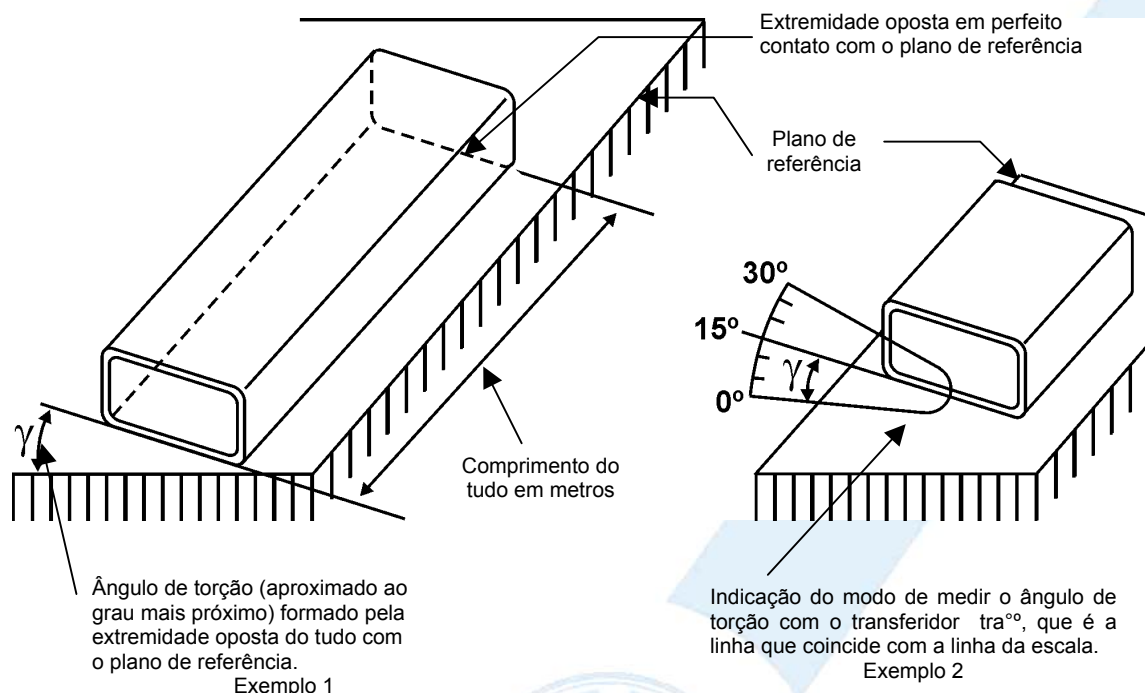


Figura 2 - Determinação da torção dos tubos de seção retangular ou quadrada

5.1.7 Raio permissível nos cantos

Para tubos de seção retangular ou quadrada, com cantos industrialmente vivos, o raio máximo nos cantos externos e internos deve estar de acordo com a tabela 7.

Tabela 7 - Raio máximo permissível nos cantos dos tubos de seção retangular ou quadrada, com cantos industrialmente vivos

Espessura de parede nominal (e)	Dimensões em milímetros	
	Raio máximo	
	Cantos externos	Cantos internos
$e \leq 1,5$	1,2	0,8
$1,5 < e \leq 3,0$	1,6	0,8
$3,0 < e \leq 6,0$	2,4	0,8
$6,0 < e$	Não se estabelece	

5.1.8 Desvio da retilidade

5.1.8.1 Para tubos de seção circular, encruados, cujo diâmetro nominal seja de 6 mm a 90 mm, inclusive, o desvio máximo da retilidade deve estar de acordo com a tabela 8.

Tabela 8 - Desvio da retilidade permissível para tubos de seção circular

Comprimento nominal (L)	Dimensões em milímetros	
	Flecha máxima	
$1\ 000 < L \leq 2\ 000$	5	
$2\ 000 < L \leq 2\ 500$	8	
$2\ 500 < L \leq 3\ 000$	13	
$3\ 000 < L$	13 em qualquer trecho de 3 000	
NOTA - Aplicável somente aos tubos encruados, com o diâmetro nominal de 6 mm a 90 mm, inclusive.		

5.1.8.2 Para tubos de seção retangular ou quadrada, encruados, o desvio máximo da retilineidade deve ser 15 mm em qualquer trecho de 2 000 mm do comprimento total.

5.1.8.3 Coloca-se o tubo, livremente apoiado, sobre uma superfície plana horizontal e junta-se a uma régua graduada, certificando-se de que as extremidades do tubo a ser inspecionado se apoiem na régua. Mede-se a flecha máxima até o milímetro mais próximo.

5.1.9 Esquadria do corte

O corte nas extremidades dos tubos retos deve ser normal ao eixo longitudinal do tubo. O desvio máximo da esquadria deve estar de acordo com o seguinte:

- para tubos de seção circular, ver tabela 9;
- para tubos de seção retangular ou quadrada, ver tabela 10.

Tabela 9 - Tolerância na esquadria do corte para tubos de seção circular, retos

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal (D_n)	Tolerância
$D_n \leq 16$	0,25
$16 < D_n$	0,016 por milímetro de diâmetro

Tabela 10 - Tolerância na esquadria do corte para tubos de seção retangular ou quadrada, retos

Dimensões em milímetros

Maior distância nominal entre superfícies paralelas externas a (ver figura 1)	Tolerância
$a \leq 16$	0,40
$16 < a$	0,025 por milímetro de diâmetro

5.2 Físicos e químicos

5.2.1 Composição química

O material deve estar de acordo com os requisitos de composição química relacionados na tabela 11 para o tipo de cobre especificado e isento de impurezas que possam prejudicar a sua utilização posterior. A análise deve ser feita conforme ASTM E 53 ou ASTM E 62 ou utilizando-se método de ensaio definido conforme acordo entre comprador e fornecedor.

Tabela 11 - Composição química

Valores em porcentagem

Ligas	Designação comercial	Cobre + prata Min.	Fósforo	
			Mínimo	Máximo
C10200	Cu OF	99,95 ¹⁾	-	-
C10300	Cu OFXLP	99,95 ²⁾	0,001	0,005
C11000	Cu ETP			
C12000	Cu DLP	99,9	0,004	0,012
C12200	Cu DHP	99,9	0,015	0,040

¹⁾ Teor de oxigênio máximo de 10 ppm.
²⁾ Cobre + prata + fósforo.

5.2.2 Características físicas

Os tubos devem cumprir os requisitos indicados na tabela 12.

Tabela 12 - Requisitos físicos metalográficos

Requisitos	Têmperas					
	Encruado leve H55	Encruado médio H58	Encruado duro H80	Recozido mole O50	Recozido extramole O60	
Resistência à tração mínima (MPa)	250-325	250 (mín)	310	205	205	
Alongamento Porcentagem mínima de 50 mm de comprimento	-	-	-	40	40	
Tamanho do grão, mm	-	-	-	0,040 máx.	0,040 mín.	
Dureza Rockwell superficial orientativa ¹⁾	Escala	R"30T"	R"30T"	R"30T"	R"15T"	R"15T"
	Valor	30 - 60	30 (mín)	55 (mín)	65 (máx)	60 (máx)

¹⁾ Não deve ser usado como fator de aprovação ou rejeição de lotes.

NOTAS

1 A dureza dos tubos deve ser determinada de acordo com a NBR NM 146-1.

2 O tamanho do grão deve ser determinado de acordo com a NBR 11568.

3 O limite de resistência à tração e alongamento deve ser determinado de acordo com a NBR ISO 6892.

5.2.3 Fragilização por hidrogênio

As amostras do tubo de cobre devem estar livres de óxido cuproso quando examinadas de acordo com ASTM B 577 - método B - e não devem apresentar sinais de porosidade nem granulação aberta, características de fragilização por hidrogênio.

5.2.4 Expansão

O produto em têmperas recozidas deve ser capaz de ser expandido como demonstrado na tabela 13, quando examinados de acordo com a ASTM B 153. A área do tubo expandido não deve apresentar fissuras visíveis a olho nu.

NOTA - Olho nu, sem ampliação visual, sendo permitidas as lentes corretivas necessárias à obtenção de visão normal.

Tabela 13 - Expansão mínima

Diâmetro externo nominal - D_n mm	Expansão mínima do diâmetro externo %
$D_n \leq 19$	40
$D_n > 19$	30

5.2.5 Defeitos de fabricação

O tubo não deve apresentar defeitos de fabricação quando submetido a um dos ensaios apresentados em 5.2.5.1, 5.2.5.2 ou 5.2.5.3. Fica a critério do fabricante a seleção de um dos métodos de ensaio.

5.2.5.1 Ensaio pneumático

Este ensaio só é aplicado para tubos fornecidos em rolos.

Os tubos submetidos ao ensaio pneumático devem suportar, sem evidenciar vazamento, a pressão de ar interna mínima de 60 psi por 5 s.

O método de ensaio deve permitir que qualquer vazamento seja percebido visual e facilmente, imergindo-se o tubo em água ou usando-se o método de pressão diferencial.

5.2.5.2 Ensaio hidrostático

O ensaio é aplicado a tubos fornecidos em unidades retas e nas têmperas encruadas.

5.2.5.2.1 Os tubos submetidos aos ensaios hidrostáticos devem suportar, sem evidenciar vazamento, uma pressão interna suficiente para produzir no material um esforço tangencial, cujo valor deve ser estabelecido na norma de especificação do produto.

5.2.5.2.2 O ensaio deve ser feito nos tubos inteiros, fechando-se uma extremidade hermeticamente e conectando-se a outra a uma bomba e a um manômetro. Encher o tubo de água e aplicar a pressão hidrostática calculada pela equação abaixo:

$$\frac{2Se}{D - 0,8e} = p$$

onde:

p é a pressão hidrostática, em megapascals;

S é o esforço tangencial especificado, em megapascals;

e é a espessura de parede, em milímetros;

D é o diâmetro externo, em milímetros.

5.2.5.2.3 Os tubos não devem ser ensaiados à pressão hidrostática superior a 6,9 MPa, a menos que seja acordado entre comprador e fornecedor.

5.2.5.3 Correntes induzidas

Os tubos submetidos ao ensaio por correntes induzidas, de acordo com ASTM E 243, devem atender ao seguinte:

- os tubos não devem fazer disparar o dispositivo de sinalização do aparelho;
- os tubos que produzirem sinais irrelevantes devido à presença de umidade ou sujeira podem ser recondicionados e reensaiados;
- os tubos que produzirem sinais irrelevantes devido a marcas de manuseio visíveis e identificáveis podem ser ensaiados de acordo com 5.2.5, desde que as suas medidas permaneçam dentro dos limites especificados.

5.2.6 Resistividade elétrica

Os tubos de cobre nas ligas abaixo detalhadas podem ser fornecidos para aplicação como condutores elétricos. Quando oferecidos para este propósito, a resistividade elétrica não deve exceder os limites apresentados na tabela 14, quando ensaiados à temperatura de 20°C, conforme NBR 8559.

Tabela 14 - Resistividade elétrica máxima

Valores em (ohm.g/m²)

Requisitos	Têmperas				
	Encruado leve (H55)	Encruado médio (H58)	Encruado duro (H80)	Recozido mole (O50)	Recozido extramole (O60)
C10200	0,15737			0,15328	
C10300	0,15940			0,15614	
C11000	0,15940			0,15614	
C12000	0,17418			0,17031	
C12200	0,17418			0,17031	

6 Aceitação e rejeição

O fornecedor deve demonstrar por meios adequados (ensaios laboratoriais, certificado de qualidade, outros) a conformidade dos produtos com relação a todos os requisitos estabelecidos nesta Norma.