

	TUBO DE AÇO-CARBONO SOLDADO POR RESISTÊNCIA ELÉTRICA PARA CALDEIRAS Especificação	01.014 NBR 5595 MAR/1982
--	---	---------------------------------------

SUMÁRIO

- 1 Objetivo
- 2 Normas e/ou documentos complementares
- 3 Condições gerais
- 4 Condições específicas
- 5 Inspeção
- 6 Aceitação e rejeição

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis que devem ser obedecidas pelos tubos de aço-carbono soldados por resistência elétrica para caldeiras usados como tubos de água, tubos de fogo para superaquecedores e tubos com extremidade reduzida por forjamento e cujo diâmetro externo esteja entre 12,7 mm e 127 mm inclusive e com espessura de parede mínima igual ou maior que 0,9 mm e menor ou igual a 8,0 mm.

1.2 Os tubos de aço de grau C não são adequados para redução da extremidade por forjamento.

2 NORMAS E/OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

- NBR 5586 - Tubo de aço carbono e de aço liga ferrítico e austenítico - Especificação
- NBR 5591 - Tubos de aço-carbono para altas temperaturas - Requisitos adicionais ISO para aplicação em caldeiras - Especificação

Origem: NBR 5595/80
 CB-1 – Comitê Brasileiro de Mineração e Metalurgia
 CE-1:22.09 – Comissão de Estudo de Produtos Tubulares de Aço.

SISTEMA NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL	ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ©
Palavras-chave: tubo. aço. caldeira.	NBR 3 NORMA BRASILEIRA REGISTRADA

3 CONDIÇÕES GERAIS

3.1 Designação

Os tubos considerados nesta Norma são designados pelo diâmetro externo e pela es pes su ra m í n i m a de parede.

3.2 Requisitos gerais

3.2.1 Os tubos considerados nesta Norma têm os requisitos gerais constantes da NBR 5586.

3.2.2 Os tubos desta Norma obedecem aos requisitos estabelecidos em normas ap ro v a d a s pelo Código ASME, para caldeiras e vasos de pressão. No caso de se desejar empregá-la obedecendo ao estipulado no Código ISO para caldeiras, devem ser ob serv ad os também os requisitos adicionais indicados na NBR 5591, os quais sup le me nt am o u sub st it ue m os desta Norma.

3.3 Material

O aço empregado na fabricação destes tubos deve ser obtido pelos processos Sie me ns-M ar tin, Básico ao Oxigênio ou Forno Elétrico.

3.4 Fabricação

Os tubos devem ser soldados longitudinalmente pelo processo de resistência el é tr ica.

3.5 Aspecto

3.5.1 Seção

Os tubos devem ser de seção circular e espessura uniforme.

3.5.2 Retilidade

Os tubos devem ser praticamente retos à ins pe ç ã o visual de maneira que sua uti li za ç ã o não seja afetada.

3.5.3 Extremidades

As extremidades devem ser cortadas perpendicularmente ao eixo do tubo, sem que apresentem arestas cortantes ou rebarbas.

3.5.4 Superfície

A superfície dos tubos deve ser isenta de defeitos que prejudiquem seu uso. Por acordo prévio se estabelece se os tubos devem ser fornecidos decapados, lim pos com jato abrasivo e se devem receber proteção anti-corrosiva.

3.6 Defeitos e reparos

3.6.1 Defeitos superficiais

Os tubos não devem apresentar defeitos superficiais que afetem sua utilização.

3.6.2 *Remoção de defeitos*

Os defeitos superficiais menores podem ser eliminados somente por desbaste a esmeril, sempre que a espessura de parede se mantiver dentro da tolerância correspondente.

3.6.3 *Defeitos na montagem*

3.6.3.1 Durante a montagem, os tubos ao serem expandidos, mandrilados corretamente não devem apresentar defeitos que possam ser atribuídos à qualidade do material ou ao processo de fabricação.

3.6.3.2 Ao serem forjados, soldados ou dobrados corretamente durante sua instalação, os tubos não devem apresentar defeitos atribuíveis a qualidade do material ou ao processo de fabricação.

3.7 *Dimensões e tolerâncias*

3.7.1 *Comprimento*

Os tubos podem ser fornecidos em comprimentos fixos ou em comprimentos de fabricação entre 4 m e 8 m. Quando os tubos forem fornecidos em comprimentos fixos , as tolerâncias são as estabelecidas na NBR 5586.

3.7.2 *Diâmetro externo e espessura de parede*

Estas dimensões devem estar de acordo com a ordem de compra. As tolerâncias para diâmetro externo e espessura de parede são as indicadas na NBR 5586.

3.7.3 *Massa*

A massa teórica dos tubos deve ser calculada de acordo com a NBR 5586 assim como sua tolerância.

3.8 *Ordem de compra*

Na ordem de compra segundo esta Norma, indicar:

- a) número desta Norma;
- b) quantidade pedida (metros, número de tubos ou quilogramas);
- c) diâmetro externo em milímetros;
- d) espessura mínima de parede em milímetros;
- e) comprimento de fabricação (em metros) ou comprimentos fixos (em milímetros);
- f) grau do aço;
- g) certificado de ensaio da fábrica (quando necessário);
- h) se deve ser feito o ensaio não destrutivo em lugar do ensaio de pressão hidrostática;
- i) o ensaio de compressão longitudinal (quando solicitado);
- j) requisitos adicionais ou exceções a esta Norma;

1) uso a que são destinados os tubos, a título informativo.

3.9 Marcação

Os tubos devem receber as marcações previstas na NBR 5586.

3.10 Cuidados no armazenamento e transporte

3.10.1 Proteção superficial

Salvo acordo prévio em contrário, os tubos decapados devem ser adequadamente protegidos pelo fabricante contra a oxidação superficial para o armazenamento e transporte.

4 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

4.1 Composição química

A composição química do aço destes tubos determinada pelas análises de panela e de verificação, deve ser a indicada na Tabela 1.

TABELA 1 – Análise química

Grau de Aço	C %	Mn %	P % máx	S % máx
A	0,06 a 0,18	0,27 a 0,63	0,050	0,060
C	0,35 máx	0,80 máx	0,050	0,060

4.2 Tratamento térmico

Os tubos devem ser submetidos a um tratamento térmico a uma temperatura mínima de 910°C, seguido de resfriamento ao ar ou em forno de atmosfera controlada.

4.3 Propriedades mecânicas

4.3.1 Resistência à tração

Os tubos de aço grau C, ensaiados conforme 5.3.1, devem satisfazer aos valores da Tabela 2.

TABELA 2 – Propriedades mecânicas

Limite mínimo de resistência à tração (MPa)	Limite mínimo de escoamento (MPa)	Alongamento mínimo (%) Corpo de Prova 50 mm (A)
420	260	A = 18,9 e + 15,0

(A) Corpo de prova em forma de tira, de 50 mm de distância entre marcas (base de medida) e 25 mm de largura na parte entre marcas.

Notas: a) Para tubos com espessura menor ou igual a 8 mm, os valores dos alongamentos devem ser calculados pela fórmula:

$$A = 18,9 e + 15,0$$

Onde:

A = alongamento para 50 mm, em %

e = espessura do corpo de prova, em mm

b) Em caso de arbitramento sã são válidos os resultados obtidos com corpo de prova de mesmas dimensões indicadas acima.

4.3.2 Achatamento

Os corpos de prova submetidos a este ensaio, conforme 5.3.1, devem satisfazer aos requisitos indicados na NBR 5586.

4.3.3 Aplanamento do semi-tubo

Os tubos submetidos a este ensaio, conforme 5.3.1, examinados na face interna, devem satisfazer a NBR 5586.

4.3.4 Flangeamento

Para este ensaio, deve ser obedecido o seguinte:

- a) os tubos de aço de grau A submetidos a este ensaio, conforme 5.3.1, devem satisfazer a NBR 5586;
- b) os tubos de aço grau C submetidos a este ensaio, conforme 5.3.1, devem satisfazer a NBR 5586, mas com uma largura de flange não menor do que 75% do indicado.

4.3.5 Compressão longitudinal

Os tubos de aço grau A submetidos a este ensaio, conforme 5.3.1, devem satisfazer a NBR 5586.

4.3.6 Pressão hidrostática

Os tubos submetidos a este ensaio, conforme 5.3.1, devem satisfazer a NBR 5586.

4.3.7 Ensaio não destrutivo

Os tubos submetidos a este ensaio segundo 5.3.1, devem satisfazer a NBR 5586.

5 INSPEÇÃO

5.1 Amostragem

5.1.1 Remessa

Conjunto dos tubos de mesmas dimensões e características que constitui uma entre

ga. Para a recepção de uma remessa, esta é dividida em lotes.

5.1.2 Lote

0 lote consiste no máximo de 250 unidades para tubos de diâmetro igual ou menor que 76,2 mm e de no máximo 100 unidades para tubos de diâmetro maior que 76,2 mm definido antes do corte no comprimento final.

5.1.3 Amostras

5.1.3.1 Na análise química deve-se observar:

- a) análise de panela;
 - para esta análise deve ser tirada uma amostra de cada corrida;
- b) análise de verificação,
 - no caso de tubos provenientes de corridas não identificadas, a amostra é formada de um tubo por lote. No caso de tubos provenientes de corridas identificadas, a amostra é formada de um tubo por corrida.
 - nos ensaios, a amostra para análise de verificação deve ser formada pelo dobro do número de amostras originais. Neste caso é permitido que a amostra seja tirada de tubos ou de tiras.

5.1.3.2 Para os ensaios de resistência à tração de tubos de aço grau C, a amostra deve ser formada de dois tubos por lote ou fração de lote.

5.1.3.3 Para o ensaio de achatamento e flangeamento deve-se observar:

- a) a amostra deve ser formada de dois tubos por lote ou fração para cada um dos ensaios solicitados;
- b) para tubos que não vão ser usados com uma extremidade reduzida por forjamento a amostra deve ser formada de dois tubos para cada 600 m ou fração.

5.1.3.4 Para o ensaio de aplanamento do semi-tubo, a amostra deve ser formada por um tubo para cada 450 m ou fração.

5.1.3.5 Para o ensaio de compressão longitudinal, deve-se observar:

- a) quando por acordo prévio, for feito ensaio de compressão longitudinal nos tubos de aço grau A, a amostra deve ser formada por dois tubos por lote ou fração;
- b) para tubos usados com uma extremidade reduzida por forjamento, a amostra deve ser formada por dois tubos para cada 600 m ou fração.

5.1.3.6 Todos os tubos devem ser submetidos ao ensaio de pressão hidrostática, salvo o previsto em 5.1.3.7.

5.1.3.7 Por acordo prévio, em lugar do ensaio de pressão hidrostática, todos os

tubos podem ser submetidos a um ensaio não destrutivo.

5.2 *Corpos de prova*

Os corpos de prova são extraídos de cada amostra obtida conforme 5.1.3.

5.3 *Ensaaios e reensaaios*

5.3.1 *Ensaaios*

A análise química de verificação e os ensaios de achatamento, aplanamento, do se mi-tubo, compressão longitudinal, flangeamento, pressão hidrostática ou não des trutivo e resistência à tração são feitos conforme estabelecido na NBR 5586.

5.3.2 *Reensaaios*

5.3.2.1 Se a análise química de verificação indicar que alguns dos elementos não satisfazem aos requisitos de composição química desta Norma, devem ser efe tuados reensaaios desses elementos em amostras correspondentes ao dobro das amos tras originais, devendo ser fornecido o respectivo certificado.

5.3.2.2 Se alguns dos resultados dos ensaios de propriedades mecânicas não sa tisfizerem aos requisitos desta Norma, os reensaaios devem ser feitos de acordo com a NBR 5586.

Nota: Deve ser fornecido ao comprador ou ao seu representante um certificado da composição química obtida na análise de panela ou de verificação.

6 **ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO**

6.1 *Aceitação*

Os tubos são aceitos quando cumprirem integralmente com o estabelecido nesta Nor ma.

6.2 *Rejeição*

6.2.1 *Análise química de verificação*

Se nos reensaaios algum dos elementos não satisfizer aos requisitos de composição química desta Norma, a corrida ou o lote deve ser rejeitado. O fabricante pode ensaiar cada tubo do lote rejeitado, sendo aceitos somente os que estiverem de acordo com os requisitos desta Norma.

6.2.2 *Propriedades mecânicas*

A rejeição resultante dos reensaaios de propriedades mecânicas se faz conforme a NBR 5586.
