

**PARTE III MATERIAIS E ENQUADRAMENTO**

**TÍTULO 62 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS PARA A MAQUINARIA**

**SEÇÃO 6 TUBULAÇÃO**

**CAPÍTULOS**

- A ABORDAGEM
- B REGRAS PARA PROJETO, CONTRUÇÃO E TESTE DE TUBOS
- C PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE TUBOS PLÁSTICOS EM NAVIOS
- T INSPEÇÕES E TESTES



<b>CONTEÚDO</b>	
<b>CAPÍTULO A</b> .....	<b>5</b>
<b>ABORDAGEM</b> .....	<b>5</b>
<b>A1. APLICAÇÃO</b> .....	<b>5</b>
100. Características.....	5
<b>A2. CORPOS DE PROVA</b> .....	<b>5</b>
100. Corpos de prova .....	5
<b>A3. FORMAÇÃO DE AMOSTRAS EM LOTES</b> ..	<b>5</b>
100. Aplicação.....	5
200. Total de amostras .....	5
<b>CAPÍTULO B</b> .....	<b>6</b>
<b>REGRAS PARA PROJETO, CONSTRUÇÃO E TESTE DE TUBOS</b> .....	<b>6</b>
<b>B1. APLICAÇÃO, MATERIAIS E CONSTRUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
100. Aplicação.....	6
<b>B2. CLASSES DE TUBOS</b> .....	<b>6</b>
100. Classes de tubos.....	6
<b>B3. MATERIAIS</b> .....	<b>9</b>
100. Materiais.....	9
<b>B4. SOLDA</b> .....	<b>9</b>
100. General.....	9
200. Preparação de juntas soldadas .....	10
300. Alinhamento e montagem .....	10
400. Pré-aquecimento.....	10
500. Tratamento térmico após dobramento e soldagem.....	11
<b>B5. TIPOS DE CONEXÕES</b> .....	<b>13</b>
100. Tipos de conexões.....	13
<b>CAPÍTULO C</b> .....	<b>15</b>
<b>PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE TUBOS PLÁSTICOS EM NAVIOS</b> .....	<b>15</b>
<b>C1. PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE TUBOS PLÁSTICOS EM NAVIOS</b> .....	<b>15</b>
100. Definições .....	15
200. Abrangência .....	15
300. Requisitos gerais.....	16
400. Requisitos para tubos / Sistemas de tubulação conforme o serviço ou local.....	16
500. Aprovação do material e controle de Qualidade durante a fabricação .....	19
<b>CAPÍTULO T</b> .....	<b>20</b>
<b>INSPEÇÕES E TESTES</b> .....	<b>20</b>
<b>T1. APLICAÇÃO</b> .....	<b>20</b>
100. Aplicação.....	20
<b>T2. TESTE DE MATERIAIS</b> .....	<b>20</b>
100. Testes para tubos e acessórios Classes I e II20	
200. Testes não destrutivos de soldas e critérios de aceitação .....	20
<b>T3. TESTES MECÂNICOS E TESTES DE UTILIDADE PARA TUBOS</b> .....	<b>21</b>
100. Aplicação.....	21
200. Teste de achatamento .....	21
300. Teste de expansão.....	21
300. Teste de flangeamento .....	21
400. Teste de expansão do anel .....	21
500. Teste de tração de anel.....	21
<b>T4. TESTES HIDROSTÁTICOS</b> .....	<b>22</b>
100. Testes hidrostáticos da tubulação .....	22
200. Teste de mangueiras flexíveis.....	22
<b>T5. TESTES DE TUBOS PLÁSTICOS</b> .....	<b>23</b>
100. Testes após instalação a bordo .....	23
200. Testes no fabricante (Type Approval) .....	23
300. Testes.....	23
<b>T7. TYPE APPROVAL DE CABEÇAS DE FECHAMENTO AUTOMÁTICO PARA SUSPIROS</b> .....	<b>23</b>
100. Teste de tipo para cabeças de fechamento automático para suspiros.....	23
200. Determinação das características de fluxo .....	23
300. Testes de estanqueidade durante a imersão / emersão na água .....	24
400. Teste de boias não metálicas.....	24
500. Teste de boias metálicas.....	24
<b>T8. VASOS DE PRESSÃO</b> .....	<b>24</b>
100. Vasos de pressão .....	24
<b>T9. MÉTODO DE TESTE PARA A RESISTÊNCIA AO FOGO DE TUBULAÇÃO DE PLÁSTICO NA CONDIÇÃO SECA</b> .....	<b>25</b>
100. Método de teste.....	25
200. Corpo de prova.....	26
300. Condições de teste .....	26
400. Critérios de aceitação .....	26
<b>T10. MÉTODO DE TESTE PARA A RESISTÊNCIA AO FOGO DE TUBULAÇÃO QUANDO PREENCHIDA COM ÁGUA</b> .....	<b>26</b>
100. Método de teste.....	26
200. Corpo de prova.....	27
300. Condições de teste .....	27
400. Critérios de aceitação .....	28



**CAPÍTULO A  
ABORDAGEM**

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

- A1. APLICAÇÃO
- A2. CORPOS DE PROVA
- A3. FORMAÇÃO DE AMOSTRAS EM LOTES

**A1. APLICAÇÃO**

**100. Características**

101. A presente Parte II, Título 62, Seção 6 aplica-se a tubos de aço sem costura ou tubos de aço com costura utilizados em sistemas pressurizados de tubulação e equipamentos.

102. Os requisitos da presente Parte III Título 62, Seção 6, são aplicáveis a todos os navios independente de sua arqueação.

**A2. CORPOS DE PROVA**

**100. Corpos de prova**

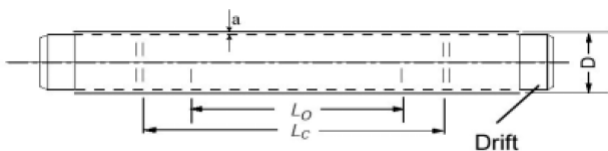
101. Os corpos de prova devem estar em conformidade com o seguinte:

a. Corpo de prova de seção transversal completa com extremidades com luvas:

$$L_0 = 5,65 \sqrt{S_o}$$

$$L_c \geq 5,65 \sqrt{S_o} + \frac{D}{2}$$

onde  $L_c$  é a distância entre as garras da máquina de teste ou a distância entre as luvas, o que for menor.



b. Tiras cortadas longitudinalmente

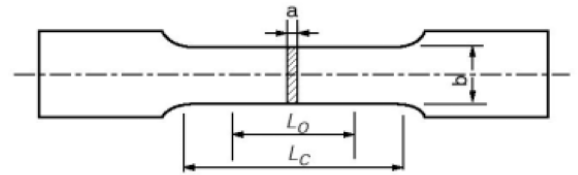
$$a = t$$

$$b \geq \square 12 \text{ mm}$$

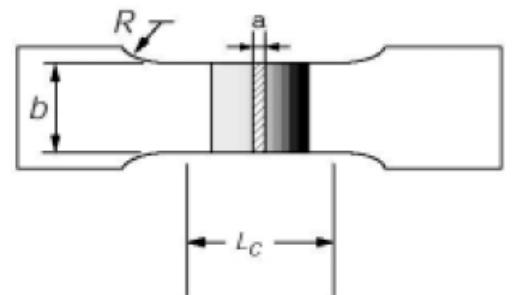
$$L_0 = 5,65 \sqrt{S_o}$$

$$L_c = L_0 + 2b$$

102. O comprimento paralelo do corpo de prova não deve ser achatado, mas as extremidades podem ser achatadas para as garras da máquina de teste.



103. Corpos de prova redondos também poderão ser utilizados desde que a espessura da parede seja suficiente para permitir que a usinagem de tais corpos de prova às dimensões requeridas pela Parte III, Título 61, Seção 2, Subcapítulo A4, parágrafo 203, com seus eixos localizados no meio da espessura da parede.



**A3. FORMAÇÃO DE AMOSTRAS EM LOTES**

**100. Aplicação**

101. Os tubos submetidos a teste devem ser selecionados de lotes contendo 200 tubos cada no máximo, sendo todos do mesmo diâmetro nominal, espessura da parede, processo de fabricação e tratamento térmico.

**200. Total de amostras**

201. Um total de 2% da quantidade de tubos em cada lote deve ser testado.

## **CAPÍTULO B**

### **REGRAS PARA PROJETO, CONSTRUÇÃO E TESTE DE TUBOS**

#### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

- B1. APLICAÇÃO
  - B2. CLASSES DE TUBOS
  - B3. MATERIAIS
  - B4. SOLDA
  - B5. TIPOS DE CONEXÕES
- 

#### **B1. APLICAÇÃO, MATERIAIS E CONSTRUÇÃO**

##### **100. Aplicação**

101. Os presentes requisitos, relacionados à sistemas de tubulação feitos de aços carbono, carbono-manganês, ligas de aço ou materiais não ferrosos normalmente instalados a bordo de navios para os serviços considerados na Tabela T.B2.101.1, são aplicáveis a todos os navios independentemente do sua arqueação.

102. Estes requisitos abrangem os seguintes serviços:

a. Ar, vapor, gás (excluindo carga de gás liquefeito e tubulações de processo), água, óleo lubrificante, óleo combustível, sistemas de fluidos hidráulicos para sistemas de governo, gás tóxico e líquidos, óleo de carga e tanque tubulação de limpeza e linhas abertas tais como drenos, transbordamento, suspiros e tubos de escape da caldeira. Não incluem tubos que fazem parte integrante de uma caldeira.

b. Sistemas hidráulicos outros que não aqueles para sistemas de govêrno devem ser especialmente considerada caso a caso para classificação com o RBNA.

c. Sistemas hdráuoicos destinados a gases liquefeitos (carga e de processo) são tratados na Parte II, Título 34.

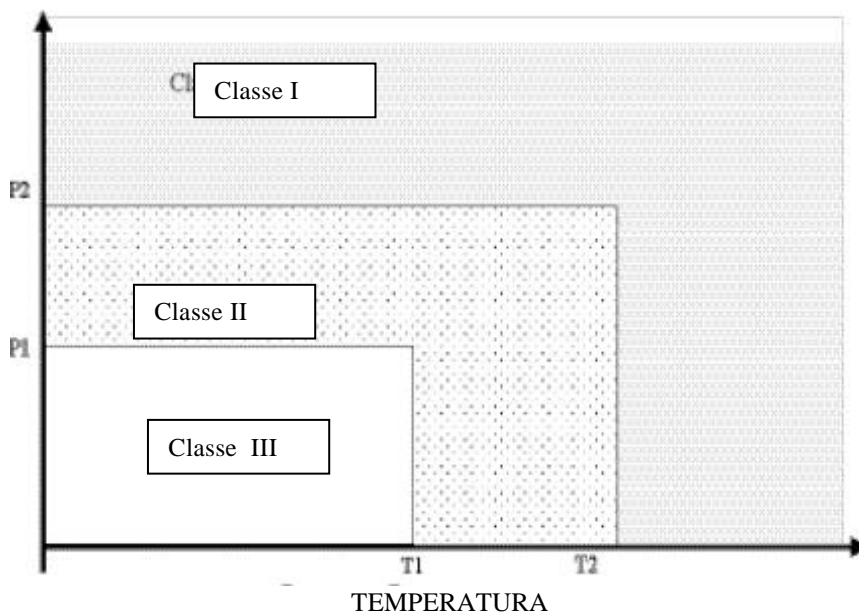
103. Estes requisitos não se aplicam aos sistemas de tubulação de carga de navios de transporte de produtos químicos a granel

#### **B2. CLASSES DE TUBOS**

##### **100. Classes de tubos**

101. Para efeitos de teste, o tipo de conexão a adotar, o tratamento térmico e o processo de soldagem, os tubos são subdivididas em três classes, conforme indicado na Figura F.B2.101.1 e Tabela T.B2.101.1

**FIGURA F B2.101.1 – CLASSES DE TUBOS -**



**TABELA T.B2.101.1- CLASSES DE TUBOS**

Sistemas de tubulação para	Classe I		Classe II	Classe III	
	P ≥	T ≥		P ≥	T ≥
Meio corrosivo ou tóxico	Sem proteções de segurança especiais		Sem proteções de segurança especiais (1,2)s	Não aplicável	
Flammable media heated above flashpoint or with flashpoint below 60°C Liquefied gas	Com proteções de segurança especiais		Com proteções de segurança especiais (1)	Não aplicável	
Vapor	16	500	Qualquer combinação de pressão / temperatura não pertencente às Classes I e III	7	170
Óleo aquecido	16	500		7	150
Oleo combustível Oleo lubrificante Óleo hidráulico inflamável(5)	16	150		7	60
Outros meios (5) (6)	40	500		16	200

Notas:

1. Proteções para reduzir a possibilidade de vazamento e limitar suas consequências: por exemplo, tubos passando em locais onde um vazamento de fluidos internos não vai causar um risco potencial ou avaria para as áreas adjacentes que podem incluir o uso de condutos, blindagem, telas de proteção, etc.
2. Tubos Classe II não devem ser utilizados para meios tóxicos
3. Tubulações de carga de óleo pertencem à Classe III
4. P = pressão de projeto (bar) e T = temperatura de projeto(° C) como definidos abaixo:
  - a. A **pressão de projeto P** é a máxima pressão de trabalho e não deve ser menor que a mais alta pressão de qualquer válvula de segurança. Para casos especiais, a pressão será considerada de forma especial. Para tubulações contendo óleo combustível, a pressão de projeto deve ser considerada na Tabela T.B2.101.2 abaixo

**TABELA T.D3.701.1 - DEFINIÇÃO DA PRESSÃO DE PROJETO PARA SISTEMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL**

<b>Temperatura de trabalho</b> <b>Pressão de trabalho</b>	<b>T ≤ 60°C</b>	<b>T &gt; 60°</b>
P ≤ 7 bar	3 bar ou máxima pressão de trabalho, o que for maior	3 bar ou máxima pressão de trabalho, o que for maior
P > 7 bar	Máxima pressão de trabalho	14 bar ou máxima pressão de trabalho, o que for maior

b. A temperatura de projeto T deve ser considerada para determinar a tensão permissível no tubo e em geral é tomada como a temperatura máxima do meio no interior da tubulação. Para casos especiais, considerações especiais são requeridas.

(5) Incluindo água, ar, gases, óleo hidráulico não inflamável.

(6) As tubulações com extremidade aberta, independentemente de T, geralmente pertencem à Classe III (drenos, transbordamentos, suspiros, linhas de gás de descarga, tubulações de descarga de gases de caldeiras, etc).



## B3. MATERIAIS

### 100. Materiais

101. Os materiais a serem usados em diversos tubos, válvulas e acessórios deve ser adequado para o meio e o serviço para o qual o tubo está destinado (ver B3.103 ou B3.106).

102. No caso de meio especialmente corrosivo, os materiais para o sistema de tubulação serão considerados pelo RBNA caso a caso.

#### 103. Tubos de aço, válvulas e acessórios:

a. Tubos pertencentes às Classes I e II devem ser de aço sem costura ou tubos fabricados por meio de procedimento de solda considerado pelo RBNA a ser equivalente a tubos sem costura.

b. Em geral, tubos de aço carbono e carbono-manganês, válvulas e outros acessórios não devem ser empregados para temperaturas acima de 400°C. NO entanto podem ser empregados para temperaturas mais altas se seu comportamento metalúrgico e resistência dependente do tempo (UTS depois de 1000 horas) estiverem em conformidade com códigos ou padrões nacionais e internacionais, e se tais válvulas são garantidas pelo fabricante para essa finalidade. De outra forma, tubos de aços liga especiais devem ser empregados de acordo com as Regras para materiais do RBNA (Parte III, Título 61, Seção 2, Parte III, Título 62, Seção 5).

104. **Tubos, válvulas e acessórios de cobre ou de liga de cobre:** tubos de cobre ou liga de cobre devem ser sem costura ou outro tipo aprovado pelo RBNA.

a. Tubos de cobre para Classes I e II devem ser sem costura.

b. Em geral tubos de cobre e liga de cobre, válvulas e acessórios não devem ser usados para meios com temperatura acima dos limites abaixo:

b.1. Cobre e alumínio / bronze 200°C

b.2. Cupro-níquel 300°C

c. Bronze especial adequado para serviços em alta temperatura podem em geral ser aceitos para temperaturas até 260°C.

#### 105. Tubos, válvulas e acessórios de ferro fundido nodular:

a. Ferro fundido nodular do tipo ferrítico em conformidade com as Regras do RBNA (Parte III, Título 61, Seção 2 e Parte III, Título 62, Seção 5) podem ser aceitos para esgotamento do casco, lastro e tubulações de carga de óleo.

b. Válvulas de ferro fundido nodular ferrítico e outros acessórios podem ser aceitos para meios com temperaturas que não excedam 350°C.

c. O uso desses materiais para tubos, válvulas e outros acessórios para outros serviços, em princípio Classes II e III, estará sujeito a considerações especiais.

d. Tubos e válvulas de ferro fundido nodular instalados no costado devem possuir propriedades específicas à satisfação do RBNA de acordo com os regulamentos estatutários aplicáveis.

#### 106. Tubos de aço, válvulas e acessórios de aço fundido comum:

a. Tubos, válvulas e acessórios de ferro fundido comum podem ser aceitos, em princípio, para a Classe III a critério do RBNA.

b. Tubulação de ferro fundido comum pode ser aceita para linhas de óleo de carga no interior dos tanques de carga de navios-tanque.

c. Ferro fundido comum não deve ser usado para tubos, válvulas e outros equipamentos de manuseio de meios com temperatura acima de 220 ° C e para tubulações sujeitas a choque de pressão, esforços excessivos e vibrações.

d. Ferro fundido comum pode ser aceito para pressões até 16 bar para oleodutos de carga no convés exposto ao tempo de petroleiros, exceto para pianos de válvula e respectivas válvulas e acessórios conectados a manguueiras de movimentação de carga.

e. Ferro fundido comum não deve ser utilizado para o válvulas de mar e tubos instalados no costado do navio, e para as válvulas instaladas na antepara de colisão.

f. O uso de ferro fundido para outros serviços estará sujeito a consideração especial do RBNA caso a caso.

## B4. SOLDA

### 100. General

101. A solda de juntas pertencendo a sistemas de tubulação Classe I ou Classe II deve ser realizada por procedimentos aprovados. Consumíveis e soldadores devem atender aos requisitos das Regras do RBNA.

102. A preparação de juntas e as tolerâncias deve ser adequada ao procedimento de solda, de acordo com as Regras do RBNA Parte II Título 11 Seção 2 ou com normas reconhecidas.

103. A solda deve ser realizada de acordo com os requisitos aplicáveis e com a boa prática, as preparações para soldagem e a junta soldada a ser inspecio-

nadas como necessário durante a fabricação e depois do término do tratamento térmico da solda. Para testes não destrutivos, referir-se a T2.200 abaixo.

104. Os seguintes requisitos aplicam-se à fabricação de sistemas de tubulação Classes I e II operando a temperatura ambiente ou alta temperatura, fabricados de aço dos tipos abaixo indicados:

a. Aço carbono e carbono manganês possuindo resistência à tração (Rm) 320, 160, 410, 460 e 490 N/mm<sup>2</sup>;

b. Aços de baixa liga de carbono molibdênio, cromo-molibdênio, cromo molibdênio – vanádio possuindo composição química de 0,3 Mo; 1 Cr - 0,5 Mo; 2,25 Cr - 1 Mo; 0,5 Cr - 0,5 Mo - 0,25 V;

105. Os requisitos acima podem ser aplicados também a sistemas de tubulação Classe III, a critério do RBNA, e para soldas de reparo de linhas de tubulação.

106. Sistemas de tubulação para instalações frigoríficas de carga operando a temperaturas abaixo de -40°C serão consideradas de forma especial pelo RBNA.

## 200. Preparação de juntas soldadas

201. A preparação das bordas para juntas soldadas deve ser feita de acordo com normas reconhecidas (Parte II, Título 11, Seção 2) e/ou planos aprovados.

202. A preparação das bordas deve ser preferencialmente realizada por meios mecânicos. Quando for utilizado corte por chama, deve-se cuidar para que sejam removidas as escórias de óxidos e quaisquer irregularidades de corte por esmerilhamento até atingir metal sólido.

## 300. Alinhamento e montagem

301. A menos de acordo com o RBNA, as tolerâncias no alinhamento dos tubos a serem soldados devem ser como segue:

a. Tubos de todos os diâmetros e espessuras soldados com anel de “backing” permanente de 0,5 mm;

b. Tubos soldados sem anel de “backing”:

b.1. Diâmetro interno menor que 150 mm, espessura até 6 mm incluída – 1 mm ou t/4, o que for menor;

b.2. Diâmetro interno menor que 300 mm, espessura até 9 mm incluída – 1,5 mm ou t/4, o que for menor; e

b.3. inside diameter 300 mm and over, or over thickness 9,5 mm included -2,0 mm or t/4 whichever is less.

302. Para sistemas de tubulação Classe III, os requisitos para tolerâncias de alinhamento poderão ser isentados a critério do RBNA.

303. A montagem para a solda deve ser apropriada e dentro das tolerâncias prescritas.

304. Soldas a ponto devem ser realizadas com um eletrodo adequado para o metal base. Soldas a ponto que fazem parte da solda de acabamento devem ser realizadas utilizando procedimentos apropriados.

305. Ao soldar materiais que requerem pré-aquecimento, este deve ser aplicado durante a solda a ponto.

## 400. Pré-aquecimento

401. O pré-aquecimento de diferentes tipos de aço irá depender de sua espessura e composição química, como indicado na tabela T.B4.401.1. Em qualquer caso, deve-se assegurar que a peça esteja seca utilizando, se necessário, pré-aquecimento adequado.

**TABELA T.B4.401.1 – VALORES ESTÃO BASEADOS NO USO DE PROCESSOS DE BAIXO HIDROGÊNIO; CONSIDERAÇÃO DEVE SER DADA A UTILIZAÇÃO DE TEMPERATURAS DE PRÉ-AQUECIMENTO MAIS ALTAS QUANDO PROCESSOS DE BAIXO HIDROGÊNIO SÃO UTILIZADOS.**

Tipo de Aço		Espessura da parte mais espessa (mm)	Temperatura mínima de pré-aquecimento (°C)
Aços C e C/Mn l	$C + \frac{Mn}{6} \leq 0,40$	$\geq 20^2$	50
	$C + \frac{Mn}{6} > 0,40$	$\geq 20^2$	100
0,3 Mo		$> 13^2$	100
1 Cr – 0,5 Mo		$< 13$	100
		$\geq 13$	150
2,25 Cr – 1 Mo and 0,5 Cr – 0,5 Mo – 0,25 V <sup>1</sup>		$< 13$	150
		$\geq 13$	200

Notas:

1. Para estes materiais, o pré-aquecimento pode ser omitido para espessuras até 6 mm se os resultados de teste de dureza realizados na qualificação do processo de soldagem forem considerados aceitáveis pelo RBNA.

2. Para solda em temperaturas ambientes inferiores a 0°C, a temperatura mínima de pré-aquecimento é requerida independentemente da espessura, a menos que especificamente aprovado de outra forma pelo RBNA.

### 500. Tratamento térmico após dobramento e soldagem

501. Os tratamentos térmicos não devem prejudicar as propriedades especificadas dos materiais; podem ser requeridas verificações quando necessário. Os tratamentos térmicos são preferencialmente realizados em fornos adequadas com equipamento de registro de temperaturas. Contudo, tratamentos térmicos localizados em uma porção suficiente do comprimento da junta soldada, realizados por meio de procedimentos aprovados, podem ser aceitos.

502. Dobramento a quente deve geralmente ser realizado na faixa de temperaturas de 1000°C -850°C para todos os graus; contudo, a temperatura pode cair até o valor de 750°C durante o processo.

a. Quando o dobramento é realizado dentro dessa faixa de temperaturas, aplica-se o que segue:

a.1. Para aços C, C-Mn e C-Mo não é requerido nenhum tratamento térmico subsequente;

a.2. Para aços Cr-Mo e C-Mo-V um tratamento térmico de alívio de tensões é requerido, em conformidade com a tabela. T.B4.504.1.

b. Quando o dobramento a quente é realizado fora da faixa de temperaturas acima, um novo tratamento térmico subsequente é geralmente requerido em conformidade com a tabela T.B5.502.1 para todos os graus.

503. Após dobramento a frio, quando  $r \leq 4D$  (onde  $r$  é o raio médio de dobramento e  $D$  é o diâmetro externo do tubo) deve-se levar em consideração realização de um tratamento térmico completo em conformidade com a tabela T.B5.502.1; em qualquer caso, um tratamento térmico de alívio de tensões de acordo com a tabela T.B5.504.1 é requerido para todos os graus outros que não aços carbono e carbono magnésio com Rm 320, 360 e 410.

504. Tratamento térmico para alívio de tensões após a solda é requerido conforme indicado na tabela T.B5.504.1, a depender do tipo de aço e da espessura.

505. As faixas de temperatura dadas na tabela T.B5.504.1 estão baseadas na prática comum. Outros valores para limites de temperatura inferior e superior podem ser estipulados pelo RBNA. O tratamento térmico para alívio de tensões deve consistir em aquecer a tubulação lenta e uniformemente até uma temperatura dentro da faixa indicada na tabela citada, mergulhado a peça nessa temperatura por um período adequado com mínimo de uma hora para cada 25 mm de espessura, com um mínimo de meia hora, resfriando lenta e uniformemente no forno até uma temperatura menor que 400 °C e subsequentemente resfriando em atmosfera calma.

506. Em qualquer caso, a temperatura do tratamento térmico não deve ser mais alta que  $t_T - 20^\circ\text{C}$ ,

sendo  $t_T$  a temperatura do tratamento de revenido do material.

**TABELA T.B4.504.1 TRATAMENTO TÉRMICO DE ALÍVIO DE TENSÕES**

Tipo de aço	Espessura da parte mais espessa (mm)	Temperatura do tratamento térmico de alívio de tensões
C ed C-Mn	$\geq 15^{1\&3}$	500 a 620
0,3 Mo	$\geq 15^1$	580 a 640
1 Cr – 0,5 Mo	$> 8$	620 a 680
2,25 Cr – 1 Mo e 0,5 Cr – 0,5 Mo – 0,25 V	qualquer <sup>2</sup>	650 a 720

Notas:

1. Quando aços com propriedades especificadas para teste de impacto Charpy V a baixas temperaturas são utilizados, a espessura acima de tratamento térmico pós-solda a ser aplicada pode ser aumentada mediante acordo específico com o RBNA.

2. O tratamento térmico pode ser omitido para tubos com espessura  $\leq 8$  mm, diâmetro  $\leq 100$  mm e temperatura  $450^\circ\text{C}$ .

3. Para aços C e C-Mn, o tratamento térmico de alívio de tensões pode ser omitido até uma espessura de 30 mm mediante acordo específico com o RBNA.

507. A menos de especificação em contrário, para solda oxiacetileno o tratamento térmico indicado em T.B4.502.1 é requerido conforme o tipo do aço. As faixas de temperatura dadas na tabela citada estão baseadas

em prática comum. Valores diferentes para os limites superiores e inferiores podem ser estipulados pelo RBNA.

**TABELA T.B4.502.1 TRATAMENTO TÉRMICO SUBSEQUENTE**

Tipo de aço	Tratamento térmico e temperatura ( $^\circ\text{C}$ )
C e C-Mn	Normalização 880 a 940
0,3 Mo	Normalização 900 a 940
1 Cr – 0,5 Mo	Normalização 900 a 960 Revenido 640 a 720
2,25 Cr – 1 Mo	Normalização 900 a 960 Revenido 650 a 780
0,5 Cr – 0,5 Mo – 0,25 V	Normalização 930 a 980 Revenido 670 a 720

## B5. TIPOS DE CONEXÕES

### 100. Tipos de conexões

101. Conexões diretas em extensões de tubulação podem ser feitas por solda direta, flanges, juntas rosqueadas ou juntas mecânicas, e devem estar em conformidade com normas ou projetos que tenham provado sua adequação para o propósito desejado e sejam aceitas pelo RBNA.

102. A expressão “juntas mecânicas” significa dispositivos para conexões diretas de extensões de tubulação diferentes de juntas soldadas, flangeadas ou rosqueadas, descritas em B5.103, B5.104 e B5.105 abaixo.

103. **Juntas soldadas:** - Solda e testes não destrutivos de soldas devem ser realizados de acordo com o Capítulo T abaixo.

a. Juntas de topo soldadas: - juntas de topo soldadas devem ser realizadas com penetração total, geralmente, com ou sem provisão para alta qualidade do lado da raiz.\*

\* Nota: A expressão “provisão especial para alta Qualidade do lado da raiz” significa que soldas de topo foram realizadas como se fossem solda por ambos os lados utilizando um anel de “backing” ou “back up” de gás inerte no primeiro passe, ou outro método similar aceito pelo RBNA.

b. Juntas de topo com provisão especial para alta qualidade do lado da raiz podem ser utilizadas para qualquer Classe de tubos, e para qualquer diâmetro externo.

c. Juntas de topo sem provisão especial para alta qualidade do lado da raiz podem ser usadas para sistemas de tubulação Classes II e III para qualquer diâmetro externo.

d. Conexões soldadas com luvas: nas conexões soldadas com luvas as luvas e as soldas de dimensões adequadas devem estar em conformidade com as Regras do RBNA ou com normas reconhecidas.

d.1. As conexões com luvas soldadas podem ser utilizadas em sistemas Classe III de qualquer diâmetro externo.

d.2. Em casos particulares juntas com luvas soldadas podem ser autorizadas pelo RBNA para sistemas de tubulação Classes I e II tendo diâmetro  $\leq 88.9$  mm exceto para sistemas de tubulação conduzindo meios tóxicos ou serviços onde a fadiga, erosão severa são previstos.

### 104. Conexões flangeadas

a. As dimensões e configuração dos flanges e parafusos devem ser selecionados em conformidade com normas reconhecidas.

b. Gaxetas devem ser adequados ao meio sendo transportado às condições de pressão e de temperatura de projeto bem como de suas dimensões e configuração. Devem estar em conformidade com normas reconhecidas.

c. A Tabela T.B5.104.1 mostra exemplos de juntas flangeadas. Contudo, outros tipos de juntas flangeadas podem ser aceitos pelo RBNA a serem estudados caso a caso.

**TABELA T.B5.104.1 – EXEMPLOS DE FLANGES PARA CONEXÕES**



d. Nota: Para o tipo D, o tubo e a flange devem ser parafusados com rosca cônica e o diâmetro da parte rosqueada do tubo não deve ser significativamente menor que o diâmetro externo do tubo sem rosca. Para certos tipos de rosca, depois que o flange foi parafusado firmemente na posição final, o tubo deve ser expandido no flange.

e. Acessórios do flange devem estar em conformidade com normas nacionais ou internacionais aplicáveis ao sistema de tubulação e devem atender às condições limites de fluidos, pressão de projeto e temperatura, externas ou oriundas de locais sujeitos a esforços cíclicos.

#### 106. Conexões com luvas rosqueadas

a. Juntas com luvas rosqueadas dotadas de rosca onde juntas estanques são feitas pela rosca paralela ou cônica devem estar em conformidade com os requisitos de normas nacionais ou internacionais.

b. Luvas rosqueadas podem ser empregadas para diâmetros como indicado abaixo para sistemas conduzindo meio tóxico ou inflamável, ou para serviços onde fadiga, erosão severa ou corrosão em fendas (crevice corrosion\*) são esperados.

#### Informação

**Corrosão em fendas (crevice corrosion)** refere-se a corrosão ocorrendo em espaços confinados onde o acesso do fluido é limitado. Tais espaços denominados fendas (crevices) são, por exemplo: folgas e áreas de contato entre partes, sob gaxetas ou selos, dentro de trincas ou costuras. As trincas causadas nesses espaços devido a esse tipo de corrosão são chamadas trincas de corrosão por esforço (stress corrosion cracking).

#### Fim da informação

a. Juntas rosqueadas em sistemas de CO<sub>2</sub> devem ser permitidas somente dentro de compartimentos protegidos e nos paióis de garrafas de CO<sub>2</sub>.

b. Juntas rosqueadas para conectores diretos de extensões de tubos com rosca cônica podem ser permitidos para:

b.1. Classe I, diâmetro externo não excedendo 33,7 mm; e,

b.2. Classe II e Classe III, diâmetro externo não excedendo 60,3 mm.

c. Juntas externas com rosca paralela devem ser permitidas para Classe 3, diâmetro externo não excedendo 60,3 mm

d. Em casos particulares, dimensões excedendo as mencionadas acima poderão ser aceitas pelo RBNA se estiverem em conformidade com normas nacionais e/ou internacionais

## CAPÍTULO C PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE TUBOS PLÁSTICOS EM NAVIOS

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

#### C1. PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE TUBOS PLÁSTICOS EM NAVIOS

#### C1. PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE TUBOS PLÁSTICOS EM NAVIOS

##### 100. Definições

##### 101. Termos aqui utilizados

a. “**Plástico(s)**” significa materiais termoplásticos e termofixos com ou sem reforços, tais como OVX e FRP.

b. “**Tubulação/Sistema de tubulação**” significa aqueles constituídos de materiais plásticos e inclui tubos, acessórios, conexões, métodos de conexão e quaisquer revestimentos internos ou externos, requeridos para conformidade com os critério de desempenho.

c. “**Conexão**” significa a conexão de tubos por cola, laminação, solda, etc.

d. “**Acessórios**” significa curvas, cotovelos, ramais fabricados, etc. de material plástico..

e. “**Pressão normal**” significa a pressão de trabalho máxima permissível, que é determinada de acordo com os requisitos de C1.300 abaixo.

f. “**Pressão de projeto**” significa a pressão máxima de trabalho esperada nas condições operacionais ou a mais alta regulagem de qualquer válvula de segurança ou dispositivo de alívio de pressões no sistema, caso instalados.

g. “**Resistência ao fogo**” significa a capacidade de uma tubulação de manter sua resistência e integridade (isto é, capaz de continuar a realizar sua função) por um período pré-determinado de tempo quando exposta ao fogo.

##### 200. Abrangência

201. Os presentes requisitos são aplicáveis a tubulações / sistemas de material plástico a bordo de um navio.

202. Os requisitos não são aplicáveis a tubos flexíveis, mangueiras e acoplamentos mecânicos utilizados em sistemas de tubulação metálicos.



203. Sistemas fabricados de materiais termoplásticos tais como polietileno (PE), polipropileno (PP), polibutileno (PB) e projetados para serviços não essenciais devem atender aos requisitos de padrões aos requisitos do Capítulo C tópico C1.500. A instalação deve atender aos requisitos da Parte II, Título 11, Capítulo B, Subcapítulo B4.

### 300. Requisitos gerais

301. A especificação da tubulação deve estar de acordo com normas nacionais ou internacionais aceitas pelo RBNA. Adicionalmente, os aplicam-se os seguintes requisitos:

#### 302. Resistência

a. A resistência dos tubos deve ser determinada por um teste hidrostático de falha em um corpo de prova nas condições atmosféricas as padrão igual a 100 kpa, umidade relativa de 30%, temperatura ambiente e do fluido de 285 kpa/25°C.

b. A resistência dos acessórios e conexões não deve ser menor que a dos tubos.

c. A pressão nominal deve ser determinada nas seguintes condições:

- c.1. **Pressão interna:** Para pressão interna, deve ser adotado o menor dos valores dado abaixo:

$$Pn \text{ int} \leq Pst/4 \text{ or } Pn \text{ int} \leq Plth/2.5$$

onde

Pst = pressão hidrostática de falha imediata;

Plth = pressão hidrostática de falha a longo término  
( > 100,000 h)

- c.2. **Pressão externa**

Para a pressão externa:

$$Pn \text{ ext} \leq Pcol/3$$

onde Pcol – é a pressão de colapso do tubo.

d. Em caso nenhum a pressão de colapso deve ser menor que 3 bar.

e. A pressão máxima externa de trabalho é a soma do vácuo no interior do tubo e uma coluna de líquido atuando na pare externa do tubo.

f. A pressão máxima de trabalho permitida deve ser especificada levando em conta as temperaturas máximas de trabalho de acordo com as recomendações do fabricante.

#### 303. Resistência axial

a. A soma das tensões externas devidas a pressão, peso e outras cargas não deve exceder a tensão admissível na direção longitudinal.

b. No caso de tubos de plástico de fibra reforçada, a soma das tensões longitudinais não deve exceder a metade a tensão nominal circunferencial derivada as condições nominais de pressão interna (ver C1.301).

#### 304. Resistência de impacto

a. Tubos plásticos e conexões devem possuir uma resistência mínima ao impacto de acordo com padrões nacionais ou internacionais reconhecidos.

b. Depois do teste, o corpo de prova for submetido a uma pressão hidrostática igual a 2,5 vezes a pressão de projeto por um período de no mínimo uma hora.

#### 305. Temperatura

a. A temperatura de trabalho admissível depende da pressão de trabalho e deve estar em conformidade com as recomendações do fabricante, mas em cada caso deve ser no mínimo 20 °C inferior que a temperatura mínima de distorção do material do tipo, de acordo com a ISSO 75, método A, ou equivalente.

b. A temperatura de distorção mínima não deve ser inferior a 80°C.

### 400. Requisitos para tubos / Sistemas de tubulação conforme o serviço ou local

#### 401. Resistência ao fogo

a. Tubos e acessórios cuja integridade é essencial à segurança do navio devem atender os requisitos mínimos do Subcapítulo T3 ou T4, como aplicável.

b. Existem três níveis diferentes de resistência ao fogo para sistemas de tubulação de plástico, a depender da capacidade de um sistema de tubulação manter sua integridade e resistência

b.1. Nível 1: Tubulação que passou no teste de resistência especificada no Subcapítulo T9 por no mínimo uma hora sem perda de integridade na condição a seco é considerada em conformidade com os padrões do nível 1 de resistência ao fogo (L1).

b.2. Nível 2: Tubulação que passou no teste de resistência especificada no Subcapítulo T9 por no mínimo trinta minutos sem perda de integridade na condição a seco é considerada em conformidade com os padrões do nível 2 de resistência ao fogo (L2).

b.3. Nível 3: Tubulação que passou no teste de resistência especificada no Subcapítulo T10 por no mínimo trinta minutos



sem perda de integridade na condição molhada é considerada em conformidade com os padrões do nível 3 de resistência ao fogo (L2).

c. A tabela T.C1.401.1 fornece o uso permitido tubos conforme a resistência ao fogo, localização e sistema de tubulação

**TABELA T.C1.401.1 – MATRIZ DE REQUISITOS DE RESISTÊNCIA AO FOGO**

No.	Sistemas de tubulação	Localização										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Compartimentos de maquinaria categoria A	Outros compartimentos de máquinas e praça de bombas	Compartimento de bombas de carga	Poços de carga Ro/R o	Outros poços de carga seca	Tanques de carga	Tanques de óleo com combustível	Tanques de água de lastro	Coferdames compartimentos vazios, tuneis e dutos	Compartimentos de serviço e controle das acomodações	Conveses abertos
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<b>GAS INERTE</b>												
2	Linha de selagem efluente	NA	NA	O <sup>1</sup>	NA	NA	O <sup>1</sup>	O <sup>1</sup>	O <sup>1</sup>	O <sup>1</sup>	NA	O
3	Linha de lavagem efluente	O <sup>1</sup>	O <sup>1</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	O <sup>1</sup>	O <sup>1</sup>	NA	O
4	Linha principal	O	O	L1	NA	NA	NA	NA	NA	O	NA	L1 <sup>4</sup>
5	Linhas de distribuição	NA	NA	L1	NA	NA	O	NA	NA	O	NA	L1
<b>LIQUIDOS INFLAMÁVEIS ponto de fulgor &gt; 60°C</b>												
6	Óleo lubrificante	X	X	L1	X	X	NA	NA	NA	O	L1	L1
7	Óleo hidráulico	X	X	L1	X	X	O	O	O	O	L1	L1
<b>ÁGUA DO MAR</b>												
8	Esgotamento e ramais	L1 <sup>7</sup>	L11	L1	X	X	NA <sup>3</sup>	O	O	O	NA	L1
9	Incêndio e borrião	L1	L1	L1	X	NA	NA	NA	O	O	X	L1
10	Sistema de espuma	L1	L1	L1	NA	NA	NA	NA	NA	O	L1	L1
11	Sistema sprinkler	L1	L1	L3	X	NA	NA	NA	O	O	L3	L3
12	Lastro	L3	L3	L3	L3	X	O <sup>10</sup>	O	O	O	L2	L2
13	Água de resfriamento, serviços essenciais	L3	L3	NA	NA	NA	NA	NA	O	O	NA	L2
14	Serviços de lavagem de tanques, máquinas fixas	NA	NA	L3	NA	NA	O	NA	O	O	NA	L3 <sup>2</sup>
15	Serviços não essenciais	O	O	O	O	O	NA	O	O	O	O	O
<b>ÁGUA DOCE</b>												
16	Água de resfriamento, serviços essenciais	L3	L3	NA	NA	NA	NA	O	O	O	L3	L3
17	Retorno de endensado	L3	L3	L3	O	O	NA	NA	NA	O	O	O
18	Sistemas não essenciais	O	O	O	O	O	NA	O	O	O	O	O
<b>SANITÁRIO/EMBORNAIS</b>												
19	Drenos internos de convés	L1 <sup>2</sup>	L1 <sup>2</sup>	NA	L1 <sup>2</sup>	O	NA	O	O	O	O	O
20	Itens sanitários (internos)	O	O	NA	O	O	NA	O	O	O	O	O
21	Embornaes e descargas (para fora)	O <sup>1,5</sup>	O <sup>1,5</sup>	O <sup>15</sup>	O <sup>1,5</sup>	O <sup>1,5</sup>	O	O	O	O	O <sup>1,5</sup>	O
<b>SONDAGEM / AR</b>												
22	Tanques de água / compartimentos swcos	O	O	O	O	O	O <sup>10</sup>	O	O	O	O	O
<b>OUTROS</b>												
23	Ar de controle	L1 <sup>3</sup>	L1 <sup>3</sup>	L1 <sup>3</sup>	L1 <sup>3</sup>	L1 <sup>3</sup>	NA	O	O	O	L1 <sup>3</sup>	L1 <sup>3</sup>
24	Ar de serviço (essencial)	O	O	O	O	O	NA	O	O	O	O	O
25	Salmoura	O	O	NA	O	O	NA	NA	NA	O	O	O
26	Vapor auxiliar (≤ 7 bar)	L2	L2	O <sup>6</sup>	O <sup>6</sup>	O <sup>6</sup>	O	O	O	O	O <sup>6</sup>	O <sup>6</sup>

**Abreviaturas utilizadas:**

- L1** Teste de resistência ao fogo (T9.) em a seco, 60 min
- L2** Teste de resistência ao fogo (T9.) em a seco, 30 min
- L3** Teste de resistência ao fogo (T10.) em condição molhada, 30 min
- O** Não é requerido teste de resistência ao fogo
- NA** Não aplicável
- X** Materiais metálicos possuindo ponto de fusão superior a 925°C

**Notas:**

1. Onde tubulação não metálica é utilizada, válvulas de controle remoto devem ser dotadas no costado (controle da válvula for a do compartimento)
2. Para drenos servindo somente o compartimento em questão, “O” pode substituir “L1”.
3. Quando funções de controle não são requeridas por regulamentos estatutários, “O” pode substituir “L1”.
4. Para tubulação entre um compartimento de máquinas e uma vedação de convés, “O” pode substituir “L1”.
5. Scuppers serving open decks in positions 1 and 2, as defined in regulation 13 of the International Convention on Load Lines, 1966, should be “X” throughout unless fitted at the upper end with the means of closing capable of being operated from a position above the freeboard deck in order to prevent downflooding.
6. Para serviços essenciais como aquecimento de tanques de óleo e apito, “X” deve substituir “O”.
7. Para navios de passageiros, “X” deve ser substituído por “L1”.

#### 402. Propagação da chama

a. Todos as tubulações, exceto as de convés e no interior de tanques, coferdamas, túneis de tubulação e dutos, devem possuir características superficiais de baixa propagação de chama, definidas pelos procedimentos de teste no padrão ASTM D635 ou equivalente.

#### 403. Revestimentos de proteção contra o fogo

a. Quando for necessário aplicar um revestimento protetor aos tubos e acessórios para conseguir atingir o nível necessário de resistência ao fogo, tal revestimento deve estar em conformidade com os seguintes requisitos:

- a.1. Os tubos devem geralmente ser entregues pelo fabricante já revestidos;
- a.2. As propriedades do revestimento não devem ser afetadas por exposição a água salgada ou resíduos de dalas. Deve ser demonstrado que o revestimento é resistente aos produtos que possam vir a entrar em contato com a tubulação;
- a.3. Ao considerar revestimentos de proteção ao fogo, características tais como expansão térmica, resistência a vibrações e elasticidade devem ser levadas em conta; e
- a.4. Os revestimento de proteção ao fogo devem ter resistência ao impacto suficiente para manter sua integridade.

404. **Condutividade elétrica:** Quando for necessário assegurar a condutividade elétrica, a resistência dos tubos e acessórios não deve exceder  $1 \times 10^5$  Ohm/m.

#### 500. Aprovação do material e controle de Qualidade durante a fabricação

501. Protótipos de tubos e acessórios devem ser testados para determinar as características de resistência a curto prazo e a longo prazo, resistência ao fogo, baixa propagação de fogo na superfície, resistência elétrica (para tubos

com condutividade elétrica) e resistência ao impacto de acordo com o presente Capítulo.

502. Devem ser selecionados corpos de prova para os protótipos à satisfação do RBNA.

503. O fabricante deve possuir sistema de qualidade em conformidade com os padrões da série ISO 9000 ou equivalente. O sistema de qualidade deve ser constituído por elementos suficientes para assegurar que os tubos e acessórios sejam produzidos de forma consistente e que haja uniformidade das propriedades físicas e mecânicas.

504. Cada tubo e acessórios deve ser testado pelo fabricante a uma pressão hidrostática não inferior a 1,5 vezes a pressão nominal. Alternativamente, para tubos e acessórios que não empreguem técnicas manuais de “lay up”, o teste de pressão hidrostática poderá ser realizado de acordo com requisitos estipulados por normas nacionais ou internacionais segundo as quais os tubos estão sendo fabricados, desde que haja um sistema de qualidade efetivo em vigor.

505. Tubulações e acessórios devem ser identificados com marcas permanentes, que devem incluir as pressões, a norma segundo a qual a tubulação ou acessório foi fabricada, e o material empregado na sua fabricação.

506. Caso o fabricante não possua sistema aprovado de Qualidade em conformidade com a série ISO 9000 ou equivalente, tubulações e acessórios devem ser testado de acordo com o Capítulo T, Subcapítulos T9 e T10 abaixo à satisfação do vistoriador do RBNA, para cada lote de tubos.

507. O RBNA pode requerer o teste individual de pressão de cada tubo ou acessório a depender de sua aplicação.

## **CAPÍTULO T INSPEÇÕES E TESTES**

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

- T1. APLICAÇÃO
- T2. TESTE DE MATERIAIS
- T3. TESTES MECÂNICOS E TESTES DE DUTILIDADE PARA TUBOS
- T4. TESTES HIDROSTÁTICOS
- T5. TESTE DE TUBOS PLÁSTICOS
- T7. TESTE DE CABEÇAS DE FECHAMENTO AUTOMÁTICO PARA SUSPIROS
- T8. VASOS DE PRESSÃO
- T9. MÉTODO DE TESTE PARA RESISTÊNCIA AO FOGO DE TUBULAÇÃO DE PLÁSTICO NA CONDIÇÃO SECA
- T10. MÉTODO DE TESTE PARA RESISTÊNCIA AO FOGO DE TUBULAÇÃO DE PLÁSTICO QUANDO PREENCHIDAS COM ÁGUA

### **T1. APLICAÇÃO**

#### **100. Aplicação**

101. O RBNA irá realizar as seguintes inspeções:
- a. Inspeção das condições de fabricação;
  - b. Verificação das propriedades mecânicas do aço empregado na fabricação de tubos; e
  - c. Verificação da qualidade da solda do aço.
102. Os procedimentos deste Capítulo aplicam-se a todos os navios, independente de sua arqueação.

### **T2. TESTE DE MATERIAIS**

#### **100. Testes para tubos e acessórios Classes I e II**

101. Materiais para tubos, válvulas e acessórios pertencentes às Classes I e II e para válvulas, tubos instalados no casco do navio e tubos na antepara de colisão devem ser testados conforme os requisitos do Subcapítulo T3.
102. O RBNA pode requerer certificados do fabricante para tubos, válvulas e acessórios pertencentes à Classe III.

### **200. Testes não destrutivos de soldas e critérios de aceitação**

201. Em geral, juntas soldadas incluindo a parte interna, sempre que possível, devem ser inspecionados visualmente e testes não destrutivos serão requeridos a depender da classe dos tubos e do tipo de conexão conforme indicado a seguir.
202. Juntas de topo: inspeção radiográfica deve ser requerida conforme segue:
- a. Tubos Classe I: inspeção radiográfica complete quando o diâmetro externo for maior que 75 mm;
  - b. Tubos Classe II: pelo menos 10% de radiografias por amostragem quando o diâmetro externo for maior que 100 mm;
  - c. Requisitos adicionais podem ser aplicado a critério do RBNA a depender do tipo de material, procedimento de sola e controles durante a fabricação.
  - d. Procedimentos de teste por ultrassom poderão ser aceitos a critério do RBNA em substituição aos testes radiográficos quando as condições forem tais que forneçam um nível de qualidade equivalente.
203. Para tubos classe I, soldas filete de conexões flangeadas devem ser inspecionadas pelo método de partícula magnética ou outros métodos não destrutivos apropriado. Para outros casos, a inspeção por partícula magnética ou outro método equivalente pode ser requerida a critério do vistoriador.
204. Inspeção por ultrassom em adição aos testes não destrutivos acima poderá ser requerida em casos especiais a critério do RBNA.
205. Inspeções radiográficas de por ultrassom devem ser realizadas com a técnica apropriada por operadores treinados. Caso requisitado pelo RBNA, detalhes completos dos procedimentos radiográficos ou de ultrassom devem ser submetidos para aprovação.
206. Inspeção por partícula magnética deve ser realizada por equipamentos e procedimentos apropriados, e com fluxo magnético de saída suficiente para a detecção de defeitos. O equipamento deve ser verificado em amostras.
207. A qualidade das soldas deve estar em conformidade com o nível adotado pelo RBNA. Defeitos não aceitáveis devem ser removidos e reparados à satisfação do RBNA.
208. Depois da fabricação os tubos devem ser normalizados. O tratamento térmico de tubos de aço produzidos a quente pode ser dispensado caso o aquecimento final tenha sido feito à temperatura adequada.

### T3. TESTES MECÂNICOS E TESTES DE DUTILIDADE PARA TUBOS

#### 100. Aplicação

101. Os seguintes testes mecânicos e de ductilidade devem ser realizados:

- a. Teste de tração;
- b. Teste de achatamento;
- c. Teste de expansão;
- d. Teste de flangeamento;
- e. Teste de expansão do anel;
- f. Teste de resistência do anel;

#### 200. Teste de achatamento

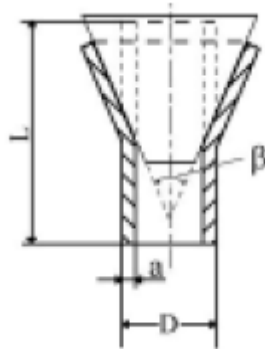
201. O comprimento deve ser de 10 mm a 100 mm. Extremidades planas e aplainadas devem ser cortadas perpendicularmente ao eixo do tubo. Referir-se é feita à norma ISO 8492.

202. Para tubos destinados a sistemas de pressão o teste de expansão do anel poder ser dispensado e o teste de achatamento pode ser substituído por um teste de dobramento.

#### 300. Teste de expansão

201. O comprimento  $L$  dos corpos de prova para teste de expansão devem ser como mostrado abaixo. Referência é feita à norma ISO 8493.

202. *Tubos metálicos:*  $L$  deve ser igual a duas vezes o diâmetro externo  $D$  do tubo de o ângulo for de  $30^\circ$ , e  $L$  igual a  $1.5D$  se o ângulo for de  $45^\circ$  ou  $60^\circ$ . O corpo de prova pode ser mais curto desde que depois do teste a porção cilíndrica restante não seja maior que  $0.5D$ . A razão de penetração do mandril não deve exceder 50mm/min.



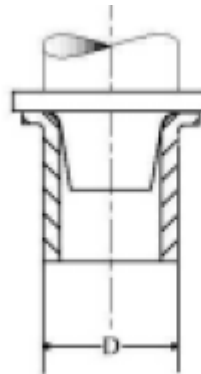
#### 300. Teste de flangeamento

301. O corpo de prova para teste de flangeamento deve ter o comprimento  $L$  igual a aproximadamente  $1.5D$ .

302. O corpo de prova pode ser mais curto desde que a parte cilíndrica remanescente não seja menor que  $0,5D$ .

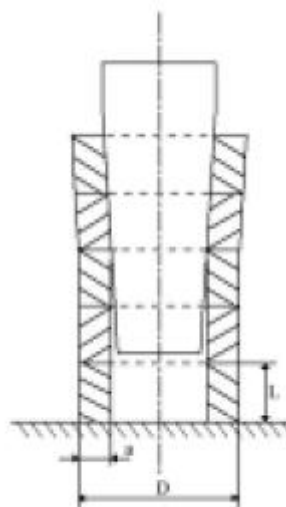
303. A razão de penetração da ferramenta não deve exceder 50mm/min.

304. Referir-se à norma ISO 8494.



#### 400. Teste de expansão do anel

401. O corpo de prova consiste de um trecho de tubo de 10 mm a 16 mm de comprimento. A razão de penetração do mandril não deve exceder 30 mm/s. Referir-se à norma ISO 8495.



#### 500. Teste de tração de anel

501. O anel deve ter comprimento aproximado de 15 mm com extremidades aplainadas e cortado perpendicularmente ao eixo do tubo.

502. The ring is to be drawn to fracture by means of two mandrels placed inside the ring and pulled in tensile testing machine. The rate shall not exceed 5mm/s.

503. Referir-se à norma ISO 8496.

#### T4. TESTES HIDROSTÁTICOS

##### 100. Testes hidrostáticos da tubulação

101. Todos os tubos Classes I e II mais seus acessórios integrados, e, em todos os casos, todos os tubos para vapor, tubos de alimentação, tubos de ar comprimido e tubos de óleo combustível com pressão de projeto 3,5 bar com seus acessórios, depois de terminada a fabricação mas antes de serem isolados e/ou revestidos (quando houver) devem ser submetidos a testes hidrostáticos na presença do vistoriador na seguinte pressão de teste:

$$P_H = 1,5P$$

onde

$P_H$  = pressão de teste (bar)

$P$  = pressão de projeto (bar) como definida nas notas da Tabela T.B2.101.1.

102. Para tubos de aço e acessórios integrados para temperaturas acima de 300°C, a pressão de teste deve ser determinada pela seguinte fórmula, sendo que não há necessidade de ultrapassar o valor de 2P:

$$P_H = 1,5P \frac{K_{100}}{K_T}$$

onde

$K_{100}$  = tensão permissível a 100°C

$K_T$  = tensão permissível na temperatura de projeto

103. O valor da temperatura de teste pode ser reduzido, após aprovação do RBNA, a 1,5P para evitar tensão excessiva nas curvas, conexões “T”, e similares.

104. Em nenhum caso testes de membrada devem exceder 90 por cento da tensão de escoamento na temperatura de teste.

105. Quando houver razões técnicas que impeçam a realização do teste hidrostático completo antes da instalação a bordo, para todas as seções de tubulação, propostas devem ser submetidas para aprovação do RBNA para o teste de trechos de tubulação fechados, particularmente no que diz respeito aos selos.

106. Quando o teste hidrostático de tubulação for realizado a bordo, tais testes podem ser realizados em conjunto com os requeridos na Parte II, Título 11, Seção 6, Capítulo T.

107. O teste de pressão de tubos de pequeno diâmetro (menos que 15 mm) pode ser dispensado a critério do RBNA dependendo da aplicação.  
discretion of the RBNA depending on the application.

##### 200. Teste de mangueiras flexíveis

Nota: por “mangueiras” deve-se entender a parte flexível propriamente dita sem nenhum acessório. Por “montagem” deve-se entender a mangueira pronta para uso com todos os acessórios, anéis de pressão, conexões e similares montados.

201. A aceitação de conjuntos de mangueiras flexíveis está sujeita ao teste satisfatório de protótipos.

202. Os programas de teste para protótipos de mangueiras flexíveis deve ser apresentado pelo fabricante ao RBNA e deve ser suficientemente detalhado para demonstrar o desempenho face às normas aplicáveis.

203. Os testes, onde aplicável, devem ser realizados em diâmetros nominais diferentes para cada tipo de mangueira, e a mangueira a ser testada deve estar completa com seus acessórios nas extremidades para pressão, rompimento, resistência a impulsos e resistência ao fogo de acordo com a norma relevante. As seguintes normas devem ser utilizadas, como aplicável:

a. ISO 6802 – Mangueiras de borracha e plásticas e montagens – Teste de pulso de pressão hidráulica sem flexão.

b. ISO 6803 - Mangueiras de borracha e plásticas e montagens – Teste de pulso de pressão hidráulica com flexão.

c. ISO 15540 – Navios e tecnologia marítima - Resistência ao fogo de montagens com mangueiras – Métodos de teste

d. ISO 15541 - Navios e tecnologia marítima - Resistência ao fogo de montagens com mangueiras - Requisitos para a bancada de teste.

e. ISO 10380 – Trabalhos com tubulação - Mangueiras metálicas corrugadas e montagens.

NOTA: Outras normas podem ser aceitas mediante acordo com o RBNA.

204. Todas as montagens de mangueiras devem ter resultados satisfatórios de teste de rompimento de protótipo conforme norma internacional para demonstrar que são capazes de suportar pressões não menores que quatro vezes a pressão de projeto sem nenhuma indicação de falha ou vazamento.

205. Nota: As normas internacionais, como por exemplo EN ou SAE para teste de rompimento de mangueiras não metálicas, requer que a pressão seja gradualmente aumentada até o rompimento sem qualquer período de permanência a 4 vezes a máxima pressão de serviço (MWP).

206. Mangueiras flexíveis devem ser marcadas de forma permanente com os seguintes detalhes:

a. Marca ou nome do fabricante;



- b. Data de fabricação (ano, mês);
- c. Referência do modelo;
- d. Diâmetro nominal;
- e. Pressão de serviço;
- f. Temperatura de serviço.

207. Quando a montagem da mangueira flexível é constituída de itens de diferentes fabricantes, os componentes devem ser identificados e deve haver evidência que permita rastreamento do teste do protótipo.

## **T5. TESTES DE TUBOS PLÁSTICOS**

### **100. Testes após instalação a bordo**

101. Sistemas de tubulação para serviços essenciais devem ser submetidos a pressões não menores que 1,5 vezes a pressão de projeto ou 4 bar, o que for maior.

102. Sistemas de tubulação para sistemas não essenciais devem ser verificados quanto a vazamentos nas condições operacionais.

### **200. Testes no fabricante (Type Approval)**

201. **Escopo:** o presente Subcapítulo T5 contém requisitos para o Type Approval de tubos plásticos. É aplicável a tubos rígidos, conexões e acessórios.

202. **Documentação:** a seguinte informação referente aos tubos plásticos, conexões e acessórios deve ser submetida para análise e aprovação:

- a. Dimensões dos tubos e acessórios;
- b. Máxima pressão de serviço interna e externa;
- c. Faixa operacional de temperaturas;
- d. Locais de instalação e serviço a que se destina;
- e. Nível de resistência ao fogo;
- f. Condutividade elétrica;
- g. Fluidos a serem conduzidos;
- h. Limites de vazão;
- i. Vida útil;
- j. Instruções de instalação; e
- k. Detalhes de marcação.

### **203. Planos e documentação de suporte:**

- a. Certificados e relatórios de testes relevantes realizados previamente;
- b. Detalhes de normas relevantes;
- c. Todos os desenhos, catálogos, folhas de dados, cálculos e descrições funcionais relevantes; e
- d. Desenhos detalhados de montagem mostrando o tubo, acessórios e conexões.

### **204. Materiais**

- a. Tipo de resina.
- b. Tipo de catalizadores e aceleradores, e a concentração empregada no caso de tubos de resina de poliéster reforçada, ou endurecedores onde resinas epoxy (*epoxide resins*) são empregadas..
- c. Declaração dos reforços empregados quando o número de referência não identificar a massa por área unitária.
- d. Informação completa sobre o tipo de revestimento tipo gel ou camisa termoplástica empregada durante a construção, como apropriado. .
- e. Condições de cura/pós cura. As temperaturas de cura / pós cura e os tempos empregados na razão resina / reforço.
- f. Ângulo e orientação de enrolamento (winding).

### **300. Testes**

301. Os testes devem ser realizados para demonstrar a conformidade dos tubos, acessórios e conexões para o tipo de Type Approval desejado com os requerimentos da Parte III, Título 62, Seção 6, Capítulo D, e com as normas aplicáveis reconhecidas pelo RBNA.

## **T7. TYPE APPROVAL DE CABEÇAS DE FECHAMENTO AUTOMÁTICO PARA SUSPIROS**

### **100. Teste de tipo para cabeças de fechamento automático para suspiros**

101. Cada tipo e tamanho de cabeça de fechamento automático deve ser inspecionada e realizado o teste de tipo nas instalações do fabricante ou outro local aceitável pelos padrões do RBNA.

### **200. Determinação das características de fluxo**

201. As características de fluxo do dispositivo de fechamento automático do suspiro devem ser determinadas. Medições da queda de pressão versus volume de fluxo de

vem ser realizadas utilizando água, com quaisquer telas existentes para proteção contra chama ou mosquito instaladas.

### 300. Testes de estanqueidade durante a imersão / emersão na água

301. O dispositivo automático de fechamento deve ser submetido a uma série de testes de estanqueidade envolvendo não menos que dois (2) ciclos de imersão sob as seguintes condições:

a. O dispositivo automático de fechamento deve ser submergido a um ponto logo abaixo da superfície da água a uma velocidade aproximada de 4 m/min e depois retornado à posição inicial imediatamente. A quantidade do vazamento deve ser registrada.

b. O dispositivo de fechamento automático deve ser submergido a um ponto logo abaixo da superfície da água. A

velocidade de imersão deve ser de aproximadamente 8 m/min e a cabeça do suspiro deve permanecer submersa por não menos que 5 minutos. A quantidade do vazamento deve ser registrada.

c. Cada um dos testes de estanqueidade acima deve ser realizado na posição normal e em uma inclinação de 40 graus.

302. O vazamento máximo aceitável por ciclo não deve exceder 2 ml/mm do diâmetro nominal do tubo de entrada durante qualquer dos testes individuais.

### 400. Teste de boias não metálicas

401. Testes de impacto e compressão devem ser realizados nas boias antes e depois do pré-condicionamento como segue:

**TABELA T.T6.401.1 – TESTE DE IMPACTO DE BÓIAS NÃO METÁLICAS**

Temperatura de teste °C	-25	20	85
Condição de teste			
Seco	+	+	+
Depois da imersão na água	+	+	+
Depois da imersão em óleo combustível	-	+	-
Imersão em óleo combustível deve ter duração mínima de 48 horas.			

402. **Teste de impacto:** O teste pode ser realizado numa máquina de teste tipo pêndulo. As boias devem ser submetidas a 5 impactos de 2,5 Nm cada e não devem sofrer qualquer deformação permanente, rachadura ou deterioração após o teste de impacto.

403. Subsequentemente, as boias devem ser submetidas a 5 impactos de 25 Nm cada. Neste nível de energia de impacto alguma deformação superficial localizada pode ocorrer. Nenhuma deformação permanente ou trinca nas boias deve ocorrer.

404. **Teste de compressão:** o teste de compressão deve ser realizado com as boias montadas num anel de suporte de diâmetro e área de contato correspondentes aos da sede da boia na cabeça de fechamento automático. Para boias esféricas, as cargas deve ser aplicadas por meio de capa côncava do mesmo raio interno que a boia sendo testada e o suporte deve ter a mesma área que a sede da boia. Para boias tipo disco, as cargas devem ser aplicadas através de um disco de diâmetro igual ao da boia.

405. Uma carga de 305 kg deve ser aplicada aumentando gradualmente durante um minuto e mantida durante 60 minutos. A deflexão deve ser medida a intervalos de 10 minutos depois de atingida a carga máxima. O registro das deflexões ao longo do tempo não deve mostrar aumento

progressiva na deflexão e, depois de liberada a carga, não deve ser notada deflexão permanente.

### 500. Teste de boias metálicas

501. Os testes devem ser realizado de acordo com T1.401 acima a temperatura ambiente e a seco.

## T8. VASOS DE PRESSÃO

### 100. Vasos de pressão

101. Aço carbono ou aço carbono-magnésio com requisitos conforme as Regras deve ser utilizado na fabricação de vasos de pressão.

O aço deve ser acalmado e, para determinadas aplicações tais como uso em baixas temperaturas, deve ser empregado aço de grão fino.

103. Os seguintes testes devem ser realizados:

a. Testes mecânicos e medições de espessura na chapa em três seções transversais (pescoço, meio e fundo) são requeridos



b. Coleta de amostras para corpos de prova para realizar o que segue:

- b.1. Análise química;
- b.2. Teste de tração;
- b.3. Teste de dobramento tirados de partes curvas do chapeamento tais como no fundo do vaso; e
- b.4. Teste de impacto se a espessura do material for > 5 mm ( a -20° C);

c. Testes de dureza em vasos de aço acalmado ou acalmado e revenido ou, em outros casos, a critério do vistoriador; e

d. Inspeção visual interna e externa diretamente ou, no caso de aberturas muito pequenas, com auxílio de outros recursos incluindo:

- d.1. Verificação das dimensões;
- d.2. Determinação da tara;
- d.3. Determinação da capacidade.

d.4. Tais inspeções podem ser realizadas pelo fabricante o qual deve submeter o relatório ao RBNA, sendo que o RBNA reserva-se o direito de realizar verificações parciais.

e. Testes não destrutivos tais como ultrassom das soldas como determinado na ocasião da aprovação de planos.

f. Teste hidrostático a 1,5 vezes a pressão de serviço.

104. Testes adicionais podem ser requeridos pelo RBNA para navios destinados a aplicações específicas.

105. Para o caso de produção em massa de cilindros, uma amostra será escolhida a cada 200 unidades fabricadas.

106. Os requisitos para os testes são como segue:

a. No teste de tração, os valores da tensão de escoamento, os valores da tensão máxima e o alongamento devem ser medidos. In the tensile test, the values of yield strength, the ultimate strength and the elongation are to be measured. O valor mínimo da tensão de escoamento, para espessuras iguais ou maiores que 3 mm, não deve ser inferior ao valor calculado pela seguinte formula, mas em caso nenhum deve ser menor que 14%:

$$\sigma_e \geq 2500 / (0,224 * \sigma_m)$$

Onde  $\sigma_m$  é o valor determinado no teste em N/mm<sup>2</sup>.

b. Para espessuras menores que 3 mm, o requisito para  $\sigma_e$  pode ser deduzido de 15% para espessuras até 2 mm, e 30% para espessuras menores que 2 mm.

c. No teste de dobramento o ângulo no qual o corpo de prova é dobrado sem mostrar defeitos é 180°; a utilização de um mandril não excedendo “n” vezes a espessura do corpo de prova vai depender da tensão mínima  $\sigma_m$  especificada para o aço, como especificado na tabela abaixo:

**TABELA T.T9.106.1 – TESTE DE DOBRAMENTO**

$\sigma_m$ N/mm <sup>2</sup>	n
≤ 430	2
431-510	3
511-590	4
591-690	5
691-790	6
791-890	7
>890	8

d. No teste de impacto “V”, o valor da energia absorvida, determinada como a média de três testes, não deve ser menor que o valor indicado na tabela abaixo, em relação a tensão máxima de tração especificada para o aço:

**TABELA T.T9.106.2 – TESTE DE IMPACTO**

	Tensão de tração máxima $\sigma_m$ N/mm <sup>2</sup>	Teste de impacto com chanfro em “V” Energia absorvida J/cm
Aços C e C-Mn	≤ 510	34
Ligas de aço acalmadas ou endurecidas	> 510	49

## **T9. MÉTODO DE TESTE PARA A RESISTÊNCIA AO FOGO DE TUBULAÇÃO DE PLÁSTICO NA CONDIÇÃO SECA**

### **100. Método de teste**

101. Um teste de forno com aumento rápido de temperatura tal como passível de ocorrer em um incêndio desenvolvido em hidrocarbonetos deve ser realizado. O período de teste / temperatura da fornalha deve ser como segue:

Depois de 5 min: 945°C  
Depois de 10 min: 1033°C  
Depois de 15 min: 1071°C  
Depois de 30 min: 1098°C  
Depois de 60 min: 1100°C

102. A precisão do controle da fornalha deve ser como segue:

a. Durante os primeiros 10 minutos do teste a área sob a curva da temperatura média do forno não deve variar mais que +/- 15% da área sob a curva padrão.

b. Durante os primeiros 30 minutos do teste a área sob a curva da temperatura média do forno não deve variar mais que +/- 10% da área sob a curva padrão.

c. Para cada período depois dos 30 minutos iniciais, a área de teste sob a curva média da temperatura do forno não deve variar mais que +/- 5% da área sob a curva padrão.

d. A qualquer instante depois dos primeiros 10 minutos de teste a temperatura média do forno não deve apresentar diferenças em relação à curva de teste maiores que +/- 100°C.

e. Os locais de medida da temperatura, a quantidade de medições de temperatura e as técnicas de medição devem ser acordadas levando em conta a especificação de controle do forno

### 200. Corpo de prova

201. O corpo de prova deve ser preparado com as conexões e acessórios a serem utilizados na aplicação proposta. A quantidade de corpos de prova deve ser suficiente para testar conexões típicas incluindo conexões entre tubos não metálicos e tubos metálicos e os acessórios a serem utilizados. As extremidades do corpo de prova devem ser fechadas. Uma das extremidades deve permitir a conexão de nitrogênio pressurizado. As extremidades do tubo e dispositivos de fechamento poderão estar situados fora do forno. A orientação geral do corpo de prova deve ser horizontal, e ele deve ser suportado por um suporte fixo com os demais suportes permitindo livre movimentação. O vão livre entre suportes não deve ser menor que 8 vezes o diâmetro do tubo

a. A maioria dos materiais que não aço utilizadas em tubos irá requerer isolamento térmico para passar neste teste. O procedimento de teste deve incluir o isolamento e seu revestimento.

b. A quantidade e dimensões dos corpos de prova requeridos para aprovação no teste devem ser especificados pelo RBNA.

### 300. Condições de teste

301. Caso o isolamento contenha ou seja passível de conter umidade, o corpo de prova não deve ser testado até que o revestimento tenha atingido uma condição de seco. Esta condição é definida como o equilíbrio com uma atmosfera ambiente com 50% de umidade relativa a 20 +/- 5°C. Condicionamento acelerado é permitido desde que o método não altere as propriedades dos materiais componentes. Amostras especiais devem ser usadas para a determinação e condicionadas com os corpos de prova. Essas amostras devem ser fabricadas de forma a representar a

perda de vapor de água do corpo de prova por meio de espessura e faces expostas similares.

302. A pressão do nitrogênio no interior do corpo de prova deve ser mantida automaticamente a 0.7 bar + 0.1 bar durante o teste. Devem ser dotados meios para registrar a pressão no interior do tubo e o fluxo de nitrogênio para dentro e para fora do corpo de prova de forma a indicar quaisquer vazamentos.

### 400. Critérios de aceitação

401. During the test, no nitrogen leakage from the sample should occur.

402. After termination of the furnace test, the test specimen together with fire protection coating, if any, should be allowed to cool in still air to ambient temperature and then tested to the rated pressure of the pipes. The pressure should be held for a minimum of 15 min.

403. Pipes without leakage qualify as level 1 or 2 depending on the test duration.

404. Pipes with negligible leakage, i.e. not exceeding 5% flow loss, qualify as level 1W or level 2W depending on the test duration.

405. Where practicable, the hydrostatic test should be conducted on bare pipe, that is pipe which has had all of its coverings including fire protection insulation removed, so that leakage will be readily apparent.

406. Alternative test methods and/or test procedures considered to be at least equivalent including open pit testing method, may be accepted in cases where the pipes are too large for the test furnace.

## T10. MÉTODO DE TESTE PARA A RESISTÊNCIA AO FOGO DE TUBULAÇÃO QUANDO PREENCHIDA COM ÁGUA

### 100. Método de teste

101. Deve ser utilizado um queimador múltiplo a propano com acréscimo rápido de temperatura.

102. Para tubulação até 152 mm de diâmetro, a fonte de fogo deve consistir de duas fileiras de 5 queimadores como na figura F.T10.102.1.

103. Um fluxo constante com valor médio de 113.6 kW/m<sup>2</sup> (+/-10%) deve ser mantido 12.5 +/-1 cm acima do centro do arranjo dos queimadores.

104. Tal fluxo corresponde a uma chama de propano pré-misturada com um fluxo 5 kg/h para uma taxa de liberação total de calor de 65 kW. O consumo de gás deve ser

medido com precisão de pelo menos +/- 3% de forma a manter constante o fluxo de calor.

105. Deve ser utilizado propano com pureza mínima de 95%.

**FIGURA F.T10.102.1 TESTE DE RESISTÊNCIA AO FOGO: MONTAGEM DOS QUEIMADORES**

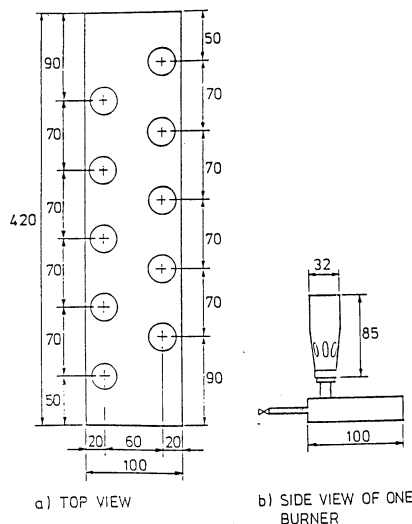


FIG. 1 FIRE ENDURANCE TEST BURNER ASSEMBLY

106. Para tubulações acima de 152 mm de diâmetro, uma fileira adicional de queimadores deve ser adicionada para cada 51 mm de aumento no diâmetro do tubo.

107. Um fluxo médio constante de 113.6 kW/m<sup>2</sup> (+/- 10%) deve ainda ser mantido a 12.5 +/- 1 cm de altura acima do centro do arranjo dos queimadores. O fluxo de combustível deve ser aumentado como necessário para manter o fluxo de calor determinado.

108. Os queimadores deve ser do tipo "Sievert No. 2942" ou equivalente que produz uma chama misturada com ar. O diâmetro interno das cabeças do queimador deve ser de 29 mm (ver figura.T10.102.1). As cabeças dos queimadores devem ser montadas no mesmo plano e supridas com gás a partir de um plano de válvulas. Se necessário, cada queimador deve ser dotado de uma válvula para ajustar a altura da chama.

109. A altura do suporte dos queimadores deve também ser ajustável. Deve ser montada no centro abaixo da tubulação sendo testada com as fileiras de queimadores paralelas ao eixo da tubulação. A distância entre as cabeças dos queimadores e a tubulação deve ser mantida em 12.5 +/- 1 cm durante o teste. O vão livre da tubulação entre os suportes deve ser de 0.8 +/- 0.05 m.

**200. Corpo de prova**

201. Cada tubulação deve ter um comprimento de aproximadamente 1,5 m.

202. The test pipe should be prepared with permanent joints and fittings intended to be used. Only valves and straight joints versus elbows and bends should be tested as the adhesive in the joint is the primary point of failure. The number of pipe specimens should be sufficient to test all typical joints and fittings. The ends of each pipe specimen should be closed. One of the ends should allow pressurized water to be connected.

203. If the insulation contains, or is liable to absorb, moisture the specimen should not be tested until the insulation has reached an air-dry condition. This condition is defined as equilibrium with an ambient atmosphere of 50% relative humidity at 20 +/- 5°C. Accelerated conditioning is permissible provided the method does not alter the properties of the material.

204. Special samples should be used for moisture content determination and conditioned with the test specimen. These samples should be so constructed as to represent the loss of water vapour from the specimen by having similar thickness and exposed faces.

205. The pipe samples should rest freely in a horizontal position on two V-shaped supports. The friction between pipe and supports should be minimized. The supports may consist of two stands, as shown in figure 2.

**FIGURA F.T10.205.1 TESTE DE RESISTÊNCIA AO FOGO: SUPORTE COM O CORPO DE PROVA MONTADO**

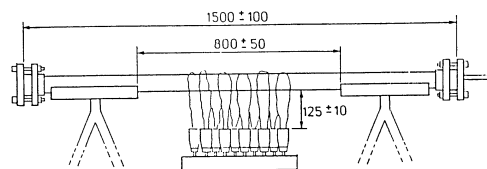


FIG. 2 FIRE ENDURANCE TEST. STAND WITH MOUNTED SAMPLE

206. A relief valve should be connected to one of the end closures of each specimen.

**300. Condições de teste**

301. The test should be carried out in a sheltered test site in order to prevent any draught influencing the test.

302. Each pipe specimen should be completely filled with deaerated water to exclude air bubbles.

303. A temperatura da água não deverá ser menor que 15°C no início e deverá ser medida continuamente durante o teste.

304. The water inside the sample should be stagnant and the pressure maintained at 3 +/- 0.5 bar during the test.

#### **400. Critérios de aceitação**

401. During the test, no leakage from the sample(s) should occur except that slight weeping through the pipe wall may be accepted.

402. After termination of the burner regulation test, the test sample, together with fire protection coating, if any, should be allowed to cool to ambient temperature and then tested to the rated pressure of the pipes. The pressure should be held for a minimum of 15 min without significant leakages, i.e. not exceeding 0.2 l/min. Where practicable, the hydrostatic test should be conducted on bare pipe, that is pipe which has had all of its coverings including fire protection insulation removed, so that leakage will be readily apparent.

Rgim16pt-pIIIIt62s6-abct-00