

**PARTE II REGRAS PARA CONSTRUÇÃO E  
CLASSIFICAÇÃO DE NAVIOS IDENTIFICADOS  
POR SUAS MISSÕES**

**TÍTULO 11 PARTES COMUNS A TODOS NAVIOS**

**SEÇÃO 6 TUBULAÇÃO**

**CAPÍTULOS**

- A ABORDAGEM
- B MATERIAIS E FABRICAÇÃO
- C PRINCÍPIOS DE CONSTRUÇÃO
- D PRINCÍPIOS DE DIMENSIONAMENTO
- E TUBULAÇÕES DE CARGA
- F TUBULAÇÕES DE CASCO
- G TUBULAÇÕES DE MAQUINARIA
- H TUBULAÇÕES CONTRA POLUIÇÃO
- T TESTES



**CONTEÚDO**

<b>CAPÍTULO A</b> .....	<b>5</b>
<b>ABORDAGEM</b> .....	<b>5</b>
<b>A1. APLICAÇÃO</b> .....	<b>5</b>
100. <i>Sistemas de redes</i> .....	5
<b>A2. DEFINIÇÕES</b> .....	<b>5</b>
100. <i>Termos e siglas</i> .....	5
<b>A3. DOCUMENTOS TÉCNICOS</b> .....	<b>5</b>
100. <i>Apresentação</i> .....	5
200. <i>Lista de documentos</i> .....	5
<b>CAPÍTULO B</b> .....	<b>6</b>
<b>MATERIAIS E FABRICAÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>B1. NORMAS</b> .....	<b>6</b>
100. <i>Aplicação</i> .....	6
<b>B2. TUBOS</b> .....	<b>6</b>
100. <i>Tubos de aço carbono</i> .....	6
200. <i>Tubos de aço liga</i> .....	6
300. <i>Tubos de cobre</i> .....	6
400. <i>Tubos de latão</i> .....	6
500. <i>Tubos de chumbo</i> .....	7
<b>B3. VÁLVULAS E ACESSÓRIOS</b> .....	<b>7</b>
100. <i>Aço</i> .....	7
200. <i>Ferro fundido</i> .....	7
300. <i>Aço inoxidável</i> .....	7
400. <i>Bronze</i> .....	7
<b>B4. INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PLÁSTICO</b> ..	<b>7</b>
100. <i>Aplicação</i> .....	7
200. <i>Instalação de tubulações de plástico</i> .....	7
<b>CAPÍTULO C</b> .....	<b>9</b>
<b>PRINCÍPIOS DE CONSTRUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>C1. ARRANJO DA TUBULAÇÃO</b> .....	<b>9</b>
100. <i>Interferências</i> .....	9
200. <i>Proteções</i> .....	9
300. <i>Dilatações</i> .....	9
<b>C2. ACESSÓRIOS/CONEXÕES</b> .....	<b>9</b>
100. <i>Identificação e acesso</i> .....	9
200. <i>Mangueiras</i> .....	9
300. <i>Isolamento térmico</i> .....	10
400. <i>Conexões de tubos</i> .....	10
<b>C3. CONEXÕES AO COSTADO E FUNDO</b> .....	<b>10</b>
100. <i>Válvulas</i> .....	10
200. <i>Caixas de mar</i> .....	10
300. <i>Proteção contra alagamento</i> .....	10
<b>C4. PROTEÇÃO CONTRA SOBRE-PRESSÃO</b> ..	<b>10</b>
100. <i>Em sistemas</i> .....	10
200. <i>Em equipamentos e acessórios</i> .....	10
<b>C5. TANQUES AVULSOS</b> .....	<b>10</b>
100. <i>Dimensionamento estrutural</i> .....	10
200. <i>Acessórios</i> .....	11
<b>CAPÍTULO D</b> .....	<b>11</b>
<b>PRINCÍPIOS DE DIMENSIONAMENTO</b> .....	<b>11</b>
<b>D1. PRINCÍPIOS BÁSICOS</b> .....	<b>11</b>
100. <i>Aplicação</i> .....	11
<b>D2. NORMAS</b> .....	<b>11</b>
100. <i>Aplicação</i> .....	11

<b>D3. CÁLCULO DA ESPESSURA DA PAREDE DE TUBOS</b> .....	<b>11</b>
100. <i>Cálculo da espessura da parede</i> .....	11
200. <i>Espessura mínima da parede</i> .....	11
500. <i>Tensão permissível k para tubulações de aço carbono e ligas de aço</i> .....	15
600. <i>Tensão permissível k para cobre e ligas de cobre</i> .....	16
700. <i>Temperatura de projeto</i> .....	17
800. <i>Temperatura de projeto</i> .....	17
<b>D4. DIMENSÕES DE VÁLVULAS E ACESSÓRIOS</b> .....	<b>17</b>
100. <i>Flanges</i> .....	17
200. <i>Válvulas e acessórios</i> .....	17
<b>CAPÍTULO E</b> .....	<b>17</b>
<b>TUBULAÇÕES DE CARGA</b> .....	<b>17</b>
<b>E1. TUBULAÇÕES DE CARGA EM NAVIOS ESPECIALIZADOS</b> .....	<b>17</b>
100. <i>Navios de granel líquido</i> .....	17
<b>E2. CARGA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL EM NAVIO NÃO ESPECIALIZADO</b> .....	<b>17</b>
100. <i>Óleo combustível com ponto de fulgor &lt; 60o C</i> .....	17
<b>CAPÍTULO F</b> .....	<b>18</b>
<b>TUBULAÇÕES DO CASCO</b> .....	<b>18</b>
<b>F1. ESGOTAMENTO DO CASCO – DRENAGEM</b> .....	<b>18</b>
100. <i>Princípios</i> .....	18
200. <i>Arranjo</i> .....	18
300. <i>Bombas de esgotamento</i> .....	19
400. <i>Diâmetro dos tubos de sucção</i> .....	19
500. <i>Diâmetro dos tubos sucção dos ramais secundários</i> .....	19
600. <i>Arranjo para esgoto sanitário e drenos do casco</i> .....	20
<b>F2. INCÊNDIO - REDE DE COMBATE</b> .....	<b>20</b>
100. <i>Princípios</i> .....	20
200. <i>Bombas de incêndio</i> .....	20
300. <i>Linha principal e hidrantes</i> .....	21
400. <i>Mangueiras de incêndio</i> .....	21
500. <i>União e esguichos</i> .....	22
<b>F3. LASTRO</b> .....	<b>22</b>
100. <i>Aplicação</i> .....	22
<b>F4. SUSPIRO, LADRÃO, SONDAGEM/ULAGEM E INDICADORES DE NÍVEL</b> .....	<b>22</b>
100. <i>Tubos de suspiro e ladrão</i> .....	22
200. <i>Suspiro e ladrão de tanques de óleo combustível</i> .....	22
300. <i>Suspiro e ladrão de tanques de óleo lubrificante</i> .....	22
400. <i>Suspiro e ladrão de tanques de água potável</i> .....	22
500. <i>Suspiro e ladrão de tanques de lastro</i> .....	22
600. <i>Suspiro de caixas de mar</i> .....	22
700. <i>Tubos de sondagem/ulagem e indicadores de nível</i> .....	23
<b>F5. ÁGUA POTÁVEL</b> .....	<b>23</b>
100. <i>Tanques de água potável</i> .....	23

<b>F6. SISTEMAS DE VENTILAÇÃO..... 23</b>	<b>H1. ESGOTO SANITÁRIO E ÁGUAS</b>
100. <i>Sistemas de ventilação..... 23</i>	<b>SERVIDAS..... 29</b>
200. <i>Instalação..... 23</i>	100. <i>Arranjo..... 29</i>
300. <i>Ventilação natural..... 24</i>	200. <i>Unidade de tratamento de esgoto sanitário... 29</i>
400. <i>Ventilação com acionamento mecânico..... 24</i>	<b>H2. ESGOTO OLEOSO..... 29</b>
500. <i>Ventilação de compartimentos de máquinas . 24</i>	100. <i>Arranjo..... 29</i>
<b>F7. HIDRÁULICO DE FORÇA PARA</b>	200. <i>Requisitos para separadores de água e óleo . 30</i>
<b>SERVIÇOS ESSENCIAIS DO CASCO ..... 24</b>	<b>CAPÍTULO T ..... 30</b>
100. <i>Acionamento de sistema de manobra ..... 24</i>	<b>TESTES ..... 30</b>
200. <i>Demais sistemas hidráulicos ..... 24</i>	<b>T1. ABORDAGEM..... 30</b>
<b>CAPÍTULO G..... 24</b>	100. <i>Aplicação a todas as redes ..... 30</i>
<b>TUBULAÇÕES DE MAQUINARIA ..... 24</b>	<b>T2. TUBULAÇÕES..... 30</b>
<b>G1. ARRANJO DOS SISTEMAS DE ÓLEO</b>	100. <i>Tubulação com pressão de serviço acima de</i>
<b>COMBUSTÍVEL ..... 24</b>	<i>10 bar (10,2 Kgf/cm<sup>2</sup>) ..... 30</i>
100. <i>Arranjo ..... 24</i>	200. <i>Tubulações de carga ou de óleo combustível 30</i>
200. <i>Combustível doméstico gasoso e</i>	300. <i>Serpentinas de vapor ..... 30</i>
<i>aquecimento a óleo..... 25</i>	400. <i>Tubulações de baixa pressão de serviço..... 30</i>
300. <i>Válvulas ..... 25</i>	<b>T3. EQUIPAMENTOS..... 31</b>
400. <i>Drenos e bandejas para coleta de óleo..... 25</i>	100. <i>Bombas, compressores, trocadores de calor,</i>
500. <i>Bombas de óleo combustível..... 25</i>	<i>etc. 31</i>
600. <i>Tanques de óleo combustível ..... 25</i>	<b>T4. ACESSÓRIOS..... 31</b>
700. <i>Tubulação de aspiração e alimentação ..... 26</i>	100. <i>Válvulas, filtros, etc. .... 31</i>
800. <i>Óleo combustível especial ..... 26</i>	
<b>G2. ÓLEO LUBRIFICANTE ..... 26</b>	
100. <i>Arranjo ..... 26</i>	
200. <i>Bombas de óleo lubrificante ..... 26</i>	
300. <i>Filtros de óleo lubrificante ..... 26</i>	
400. <i>Dispositivo de parada..... 26</i>	
<b>G3. REFRIGERAÇÃO DE MAQUINARIA ..... 26</b>	
100. <i>Sucção de água bruta (água do mar ou do</i>	
<i>rio) 26</i>	
200. <i>Filtros de água bruta..... 26</i>	
300. <i>Bombas de água bruta de refrigeração ..... 26</i>	
400. <i>Bombas de água doce para refrigeração..... 26</i>	
500. <i>Tanques de expansão de água doce..... 27</i>	
600. <i>Torneiras de suspiro..... 27</i>	
700. <i>Trocadores de Calor..... 27</i>	
800. <i>Termômetros..... 27</i>	
<b>G4. GASES DE DESCARGA..... 27</b>	
100. <i>Arranjo ..... 27</i>	
200. <i>Proteção contra incêndio ..... 27</i>	
300. <i>Silenciosos ..... 27</i>	
400. <i>Isolamento térmico ..... 27</i>	
<b>G5. AR COMPRIMIDO..... 27</b>	
100. <i>Princípios..... 27</i>	
200. <i>Reservatório de ar de partida..... 27</i>	
300. <i>Compressores de ar ..... 27</i>	
400. <i>Acessórios..... 28</i>	
<b>G6. SISTEMAS DE AQUECIMENTO, VAPOR,</b>	
<b>ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO E CONDENSADO ..... 28</b>	
100. <i>Aplicação..... 28</i>	
<b>G7. ÓLEO TÉRMICO..... 28</b>	
100. <i>Tubos ..... 28</i>	
<b>G8. HIDRÁULICO DE FORÇA PARA</b>	
<b>SERVIÇOS ESSENCIAIS DE MAQUINARIA ..... 28</b>	
100. <i>Aplicação..... 28</i>	
<b>CAPÍTULO H..... 29</b>	
<b>TUBULAÇÕES CONTRA POLUIÇÃO ..... 29</b>	

## CAPÍTULO A ABORDAGEM

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

#### A1. APLICAÇÃO

#### A2. DEFINIÇÕES

#### A3. DOCUMENTOS TÉCNICOS

---

### A1. APLICAÇÃO

#### 100. Sistemas de redes

101. Estas Regras aplicam-se às redes de tubulações, incluindo bombas, válvulas e acessórios, dos seguintes sistemas:

a. para segurança da carga transportada (ver Títulos próprios para navios especializados, sendo que o RBNA pode, depois de análise especial, permitir alterações destas Regras quando aplicadas à pequenas embarcações);

b. para a segurança da embarcação;

c. para operação da instalação propulsora principal, seus auxiliares e equipamentos;

### A2. DEFINIÇÕES

#### 100. Termos e siglas

101. Nestas Regras são usados os seguintes termos:

a. **diagrama** - fluxograma de rede de tubulações com indicações de função, vazão, diâmetros, materiais e tudo o mais que a identifique.

b. **esgoto ou esgotamento** - rede de esgotamento do casco para atender hipóteses de alagamento, devendo ser separada de rede de esgotamento de praça de máquinas ou de outro local sujeito a material poluente.

### A3. DOCUMENTOS TÉCNICOS

#### 100. Apresentação

101. Os desenhos apresentados devem conter todas as informações necessárias para perfeita compreensão do projeto, informando detalhadamente as características dos equipamentos, tubulações e acessórios, bem como presenças de serviço, materiais e localização das bombas.

102. Onde necessário, as memórias de cálculo dos sistemas de tubulações, bem como a descrição de sua operação, devem ser também apresentadas.

103. Qualquer modificação realizada no projeto ou na utilização de qualquer parte dos sistemas de tubulações ou no arranjo já aprovado, fica sujeita a nova apresentação ao RBNA antes de sua construção.

104. Desenhos e documentos a serem apresentados ao RBNA devem ter todas as dimensões e informações dadas no sistema internacional. Dimensões consagradamente dadas em outro sistema de unidade devem ter também indicação dos valores correspondentes no sistema internacional.

#### 200. Lista de documentos

201. Os documentos relativos às redes de tubulações dos sistemas abaixo, em forma de diagramas, devem ser fornecidos para aprovação do RBNA, em 3 cópias impressas ou em formato digital (.pdf):

202. Redes de carga (para navios especializados, ver Título próprio);

a. redes do casco;

b. esgotamento (relativo a alagamento);

c. esgoto oleoso;

d. incêndio e lastro;

e. água doce potável e de serviços;

f. drenagem do casco e esgoto sanitário;

g. suspiro, ladrão e sondagem;

h. ventilação - os documentos informarão:

h.1. caracterização e volumes dos espaços a ventilar;

h.2. material e dimensões de dutos;

h.3. arranjo físico dos dutos e bocais;

h.4. especificações de ventiladores/exaustores e de seus acionamentos.

i. hidráulico de força para serviços essenciais do casco;

j. redes de maquinaria:

j.1. combustível pesado (transferência e alimentação de motores e caldeiras);

j.2. óleo Diesel;

- j.3. lubrificação de motores;
- j.4. água de resfriamento dos motores;
- j.5. gases de descarga de motores;
- j.6. ar comprimido para partida dos motores e outras
- j.7. finalidades;
- j.8. hidráulico de força para serviços essenciais de máquinas;
- j.9. vapor, água de alimentação e condensado;
- j.10. redes contra poluição
- j.11. esgoto oleoso;
- j.12. esgoto sanitário.

203. Os documentos relativos aos arranjos combinados de tubulações e de equipamentos, devem ser fornecidos para conhecimento e visto.

## CAPÍTULO B MATERIAIS E FABRICAÇÃO

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

- B1. NORMAS
- B2. TUBOS
- B3. VÁLVULAS E ACESSÓRIOS
- B4. INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PLÁSTICO

#### B1. NORMAS

##### 100. Aplicação

101. Estas Regras não substituem as normas nacionais e internacionais em vigor. Materiais com características diferentes daquelas aqui indicadas poderão ser utilizados, desde que suas especificações sejam submetidas à aprovação do RBNA.

#### B2. TUBOS

##### 100. Tubos de aço carbono

101. Características:

a. **com costura soldada em forno:** conforme NBR 5590 (ou equivalente ASTM A 53 ou API 5L), com as seguintes restrições:

- a.1. tubulações com pressão maior que 14,7 bar (15 kgf/cm<sup>2</sup>) ou temperatura acima de 200° C;
- a.2. tubulações de óleo combustível ou fluido inflamável na praça de máquinas ou no compartimento de caldeiras e com pressão maior que 9,8 bar (10 kgf/cm<sup>2</sup>);

b. **sem costura ou fabricados por solda elétrica por resistência:** conforme norma NBR 5590 (ou equivalente ASTM A 53 ou API 5L) grau A e B, com as seguintes restrições:

- b.1. temperatura acima de 340° C;
- b.2. tubos da norma NBR 5590 (ASTM A 53) grau B só podem ser curvados a frio.

c. **sem costura:** características conforme norma NBR 6321 (ASTM A 106) graus A e B, utilizados para serviços a alta temperatura, com as seguintes:

c.1. Somente podem ser curvados a frio;

d. para maiores detalhes, ver Capítulo D abaixo.

##### 200. Tubos de aço liga

201. As características das ligas devem ser aprovadas pelo RBNA em conjunto com as características do projeto.

##### 300. Tubos de cobre

301. Características conforme norma ASTM B 42.

302. Quando trefilados sem costura, podem ser utilizados para todas as tubulações, onde a temperatura não exceder 200° C.

303. Em tubulações de óleo combustível na praça de máquinas podem ser utilizados para diâmetros até 25 mm, quando tiverem sofrido tratamento térmico adequado.

304. Quando soldados por brazagem podem ser utilizados para pressão até 5,2 bar (5,3 kgf/cm<sup>2</sup>) e temperatura até 200° C.

##### 400. Tubos de latão

401. Características conforme ASTM B 43.

402. Quando trefilados sem costura, podem ser utilizados para todas as tubulações, onde a temperatura não exceder 200° C.

403. Não devem ser empregados para tubulações em porões de carga, na praça de máquinas ou de caldeiras, em compartimentos onde haja instalação de óleo combustível e em anteparas de tanques de óleo combustível.

### 500. Tubos de chumbo

501. Devem ser adequadamente protegidos contra avaria mecânica e podem ser utilizados em tubulações de suprimento de água salgada para aparelhos e drenos de instalações sanitárias.

## B3. VÁLVULAS E ACESSÓRIOS

### 100. Aço

101. Aço fundido, características conforme Item C1.100 da Seção 5.

### 200. Ferro fundido

201. Ferro fundido cinzento, características conforme Item C1.200 da seção 5.

202. Quando a pressão exceder 9,8 bar (10 kgf/cm<sup>2</sup>) ou quando a temperatura alcançar 220° C, não será permitida a utilização de ferro fundido cinzento para os seguintes fluidos:

- a. vapor e água de alimentação de caldeiras;
- b. ar comprimido;
- c. óleo combustível aquecido (temperatura acima de 60° C);
- d. amônia usada como refrigerante.

203. Ferro fundido nodular, características conforme item C1.300 da seção 5, sendo permitido seu emprego para temperaturas até 300° C.

204. Restrições à utilização de ferro fundido nodular, conforme Item 202, sendo permitido seu emprego para temperaturas até 300° C.

### 300. Aço inoxidável

301. As características do aço inoxidável utilizado devem ser submetidas à aprovação do RBNA.

### 400. Bronze

401. Bronze fundido terá características conforme item C2.200 da Seção 5.

402. Não é permitida a utilização em redes de vapor ou ar comprimido onde a pressão exceder 14,7 bar (15 kgf/cm<sup>2</sup>) ou a temperatura alcançar 230° C.

## B4. INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PLÁSTICO

### 100. Aplicação

101. O presente Subcapítulo B4 é aplicável quando tubulações de plástico são empregadas em instalações a bordo.

102. Para materiais, características e testes, ver a Parte III, Título 62, Seção 6, Capítulo C, Subcapítulo C1.

### 200. Instalação de tubulações de plástico

#### 201. Suportes

a. A seleção e espaçamento dos suportes em instalações de bordo deve ser determinada em função O espaçamento dos suportes não deve ser maior que o recomendado pelo fabricante. A seleção e espaçamento dos suportes devem levar em consideração as dimensões do tubo, características físicas e mecânicas do material, massa do tubo, pressão do fluido transportado, pressões externas, martelo hidráulico, temperatura de operação, efeitos de expansão, forças externas e vibrações e aceleração.

b. Combinação de cargas a serem consideradas.

b.1. Cada suporte deve distribuir uniformemente a carga sobre o tubo e seu conteúdo ao longo de todo o vão livre. Devem ser tomadas medidas para minimizar o desgaste dos tubos nos contatos com os suportes.

b.2. Componentes pesados no sistema de tubulação tais como válvulas e juntas de expansão devem ser suportados de forma independente.

#### 202. Expansão

a. Providências devem ser tomadas em cada linha de tubulação para permitir o movimento relativo entre os tubos de plástico e a estrutura de aço, levando em conta:

a.1. A diferença entre os coeficientes de expansão térmica; e

a.2. As deformações do casco do navio e sua estrutura.

b. Ao calcular as expansões térmicas, deve ser levada em conta a temperatura de trabalho do sistema e a temperatura na qual o sistema será montado.

#### 203. Cargas externas

a. Ao instalar a tubulação, deve ser deixada margem para pontos de carga temporários, onde aplicável. Tais margens devem incluir pelo menos a força exercida por uma carga (pessoa) de 100 kg quando localizada no meio de um vão de um tubo de mais de 100 mm de diâmetro externo.

b. Além da provisão adequada para a robustez para toda a tubulação, incluindo extremidades abertas, uma espessura mínima de parede, de acordo com a Parte II, Título 11, Seção 6, item C1.302 pode ser aumentada se requisitado pelo RBNA levando em conta as condições presentes durante o serviço a bordo.

c. Os tubos devem ser protegidos contra avarias mecânicas onde necessário.

#### 204. Resistência das conexões

a. A resistência das conexões não deve ser inferior à do sistema de tubulação no qual foram instaladas.

b. Os tubos podem ser montados utilizando cola, solda, flange ou outras conexões.

c. Adesivos, quando utilizados, devem ser adequados para prover uma selagem adequada entre os tubos e os acessórios em toda a faixa de temperaturas e pressões presentes na aplicação pretendida.

d. O aperto das conexões deve ser realizado em conformidade com as instruções do fabricante.

#### 205. Instalação de tubos com condutibilidade

a. Em sistemas para fluidos com condutibilidade menor que 1000 pico Siemens por metro (pS/m) tais como produtos refinados e destilados, tubos com condutibilidade devem ser usados.

b. Independente do fluido sendo transportado, a tubulação de plástico deve ser condutora de eletricidade caso a tubulação passe por zona de risco. A resistência a terra de qualquer ponto no sistema de tubulação não deve exceder 1 x 10<sup>6</sup> Ohm. É preferível que tubos e conexões tenham condutibilidade homogênea. Tubos e acessórios devem ter camadas condutoras para serem protegidos contra a possibilidade de dano por faiscamento na parede o tubo. Deve ser instalado aterramento adequado.

c. Depois da conclusão da instalação, a resistência à terra deve ser verificada. Os fios do aterramento devem estar disponíveis para inspeção.

#### 206. Aplicação de revestimentos protetores

a. Revestimentos protetores contra o fogo deve ser aplicados nas conexões, onde for necessário para atingir a resistência ao fogo conforme a Parte III, Título 62, Seção 6, Parágrafo C1.401, depois da conclusão dos testes hidrostáticos do sistema de tubulação.

b. Revestimentos protetores contra o fogo deve ser aplicados em conformidade com as recomendações do fabricante, utilizando procedimento a ser aprovado caso a caso.

#### 207. Penetração em divisórias

a. Quando tubulações de plástico atravessam anteparas divisórias classe "A" ou "B", arranjos de forma a assegurar que a resistência ao fogo não seja prejudicada devem ser dotados. Os arranjos devem ser testados de acordo com as recomendações para teste de anteparas divisórias classe "A", "B" ou "F" de acordo com a Resolução da IMO A.754(18), como emendada.

b. Quando tubos plásticos atravessam anteparas estanques ou conveses, a estanqueidade deve ser integralmente mantida.

c. Caso a antepara ou convés seja também uma divisória contra o fogo e a destruição dos tubos plásticos possa causar o alagamento por líquidos de tanques, deve ser instalada na antepara ou convés uma válvula metálica de fechamento operada acima do convés de borda livre.

#### 208. Controle durante a instalação

a. A instalação deve ser feita de acordo com as instruções do fabricante.

b. Antes de iniciar os trabalhos, os procedimentos de conexão devem ser aprovados pelo RBNA.

c. Os testes e explicações especificados neste Subcapítulo devem ser completados antes do início da instalação a bordo.

d. O pessoal realizando este trabalho deve ser adequadamente qualificado e certificado à satisfação do RBNA.

e. O procedimento das ligações deve incluir:

e.1. Materiais empregados,

e.2. Ferramentas e fixações,

e.3. Requisitos de preparação das conexões,

e.4. Temperatura de cura,

e.5. Requisitos e tolerâncias para as dimensões, e

e.6. Aceitação dos critérios de teste após a conclusão da montagem.

f. Quaisquer alterações nos procedimentos de união que possam afetar as características da conexão devem ser novamente aprovados.

#### 209. Teste de Qualidade dos procedimentos de união

a. Um protótipo para teste deve ser montado de acordo com o procedimento a ser qualificado e deve consistir no mínimo de uma conexão entre tubos e uma conexão entre um tubo e um acessório.

b. Quando o protótipo estiver curado, deve ser submetida a um teste de pressão hidrostática com um fator de segurança 2,5 vezes a pressão de projeto da montagem por não menos que uma hora. Não serão aceitos quaisquer vazamentos ou separação das conexões. O teste deve ser conduzido de forma que a conexão seja carregada tanto na direção circunferencial quanto na longitudinal.

c. A seleção dos tubos para a montagem do protótipo deve estar em conformidade com o que segue:

c.1. Quando a maior dimensão a ser conectada for de diâmetro nominal de 200 mm ou menor, o protótipo deve ser constituído pelo tubo de maior diâmetro a ser conectado.

c.2. Quando a maior dimensão a ser conectada for maior que 200 mm de diâmetro nominal externo, a dimensão do protótipo deve ser de 200 mm ou 25% do maior diâmetro de tubo a ser conectado, o que for maior.

d. Quando realizando qualificações de desempenho, cada montadores e os responsáveis pela união das peças devem montar o protótipo de acordo com os requisitos acima.

## CAPÍTULO C PRINCÍPIOS DE CONSTRUÇÃO

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

- C1. ARRANJO DA TUBULAÇÃO
- C2. ACESSÓRIOS/CONEXÕES
- C3. CONEXÕES AO COSTADO E FUNDO
- C4. PROTEÇÃO CONTRA SOBRE-PRESSÃO
- C5. TANQUES AVULSOS

#### C1. ARRANJO DA TUBULAÇÃO

##### 100. Interferências

101. Deve ser evitada a passagem de tubos próximos a quadros de controle e outros dispositivos elétricos. Quando isto não for possível, a tubulação deve ser provida de dispositivo para evitar o gotejamento de líquido ou a projeção de vapor sobre dispositivos elétricos.

102. Devem ser asseguradas a integridade da estrutura e sua estanqueidade, quando a tubulação passar por vigas, anteparas estanques, conveses ou topo de tanques.

103. Os tubos devem ser fixados à estrutura do navio por meio de braçadeiras ou dispositivos similares.

104. Quando a tubulação de carga, água doce ou água salgada em geral passar através de tanques de óleo combustível ela deve ser de material reforçado e todas as conexões dentro do tanque devem ser soldadas com flanges reforçados. Deve ser utilizado o menor número de conexões possível dentro de tanques.

105. As tubulações que podem ter líquidos aquecidos, como as de óleo hidráulico de máquina de leme, não devem passar por tanques de óleo combustível.

##### 200. Proteções

201. Os tubos nos porões de carga devem ser protegidos contra choques por meio de dutos reforçados.

202. Deve ser prevista uma proteção eficiente da tubulação contra a corrosão, particularmente nos trechos mais expostos.

##### 300. Dilatações

301. As dilatações das tubulações devidas a elevação de temperatura ou deformações da estrutura devem ser compensadas por curvas devidamente localizadas, juntas de expansão ou dispositivos similares.

302. Em porões de carga, tanques profundos e locais nem sempre acessíveis não será permitida a utilização de juntas de expansão do tipo sobreposta.

#### C2. ACESSÓRIOS/CONEXÕES

##### 100. Identificação e acesso

101. As válvulas, torneiras e outros acessórios devem ser instalados em locais facilmente visíveis e acessíveis para manobra, controle e manutenção.

102. Devem ser colocadas placas indicativas nas válvulas e torneiras, identificando-as e indicando o sistema a que servem. As tubulações, de acordo com seus fluídos, devem ser identificadas por cores.

##### 200. Mangueiras

201. As mangueiras utilizadas devem ser aprovadas para o fluido, pressão e temperatura em que operem.

202. As mangueiras devem ter marcas com as seguintes indicações:

- a. fabricante;
- b. data de fabricação;
- c. modelo;
- d. diâmetro nominal;
- e. pressão de trabalho máxima admissível.

### 300. Isolamento térmico

301. Tubulação contendo vapor ou líquido quente, tubulações de saída dos compressores de ar e equipamentos cuja superfície em operação atinja temperatura acima de 60° C, devem ser efetivamente isoladas.

### 400. Conexões de tubos

401. Para facilitar a montagem e a manutenção da tubulação devem ser previstas conexões desmontáveis, as quais devem ser flangeadas. Serão aceitas uniões roscadas para tubos com diâmetro nominal até 50 mm quando a rede for de baixa pressão e o fluido não for tóxico letal, óleo combustível ou óleo lubrificante.

## C3. CONEXÕES AO COSTADO E FUNDO

### 100. Válvulas

101. Os tubos de entrada e saída de água do mar devem ser providos de válvulas, assim fixadas:

- a. diretamente no chapeamento do casco;
  - b. diretamente no chapeamento de caixas de mar construídas sobre o casco;
  - c. em peças reforçadas, tão curtas quanto possível, soldadas no chapeamento, terão a espessura igual a do chapeamento do casco, sem necessitar exceder 9 mm.
102. Não é permitida a utilização de conexões e válvulas de ferro fundido para ligação às aberturas no fundo e no costado, quando estas são localizadas abaixo do convés principal.
103. Conexões e válvulas para ligação às aberturas no fundo e no costado, com diâmetro maior que 80 mm, devem ser de aço.

104. As válvulas do casco devem ser facilmente acessíveis e, se destinadas à entrada e à saída de água, devem ser operadas de cima do estrado da praça de máquinas.

105. Quando a descarga da tubulação de água de resfriamento possuir sifão invertido, cujo ponto alto situe - se acima da linha de calado máximo, pode ser dispensada a instalação da válvula de descarga.

### 200. Caixas de mar

201. As caixas de mar devem ser localizadas de modo que seja minimizada a possibilidade de entrada de ar nas tubulações de sucção. Elas devem ser dotadas de suspiros com saídas para fora do casco.

202. Deve ser instalada uma grade removível no costado, na entrada das caixas de mar. A área livre desta grade deve ser no mínimo igual a duas vezes a área dos tubos que aspiram desta caixa de mar. Devem ser providos meios efetivos para limpeza da grade.

### 300. Proteção contra alagamento

301. As descargas no costado, destinadas à drenagem dos conveses e de compartimentos e à drenagem sanitária, com extremidades internas no interior do casco, devem ser providas de meios efetivos para evitar a entrada de água a bordo, atendendo a NORMAM 02.

## C4. PROTEÇÃO CONTRA SOBRE-PRESSÃO

### 100. Em sistemas

101. Em sistemas fechados, onde o fluido possa ser aquecido, devem ser instalados dispositivos de proteção contra sobre-pressão.

102. Sistemas que em serviço possam estar sujeitos a pressões maiores do que aquelas para as quais foram projetados devem ser providos de válvulas de segurança.

103. Os dispositivos de proteção contra sobre-pressão devem atuar quando esta se elevar a 110% da pressão de projeto.

### 200. Em equipamentos e acessórios

201. As bombas de deslocamento positivo devem ser providas de válvulas de alívio de pressão que não possam ser fechadas, para proteger sua carcaça.

202. As bombas centrífugas devem operar sem problemas quando a válvula de descarga estiver fechada.

203. Devem ser instaladas válvulas de segurança no lado de baixa pressão das válvulas redutoras de pressão.

## C5. TANQUES AVULSOS

### 100. Dimensionamento estrutural

101. Tanques avulsos terão dimensionamento estrutural em acordo com a Seção 2 da Parte 2 destas Regras.

## 200. Acessórios

201. As prescrições sobre acessórios de tanques são indicadas nas Regras nos itens relativos a cada tipo de fluido.

## CAPÍTULO D PRINCÍPIOS DE DIMENSIONAMENTO

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

- D1. PRINCÍPIOS BÁSICOS
- D2. NORMAS
- D3. CÁLCULO DA ESPESSURA DA PAREDE DE TUBOS

### D1. PRINCÍPIOS BÁSICOS

#### 100. Aplicação

101. Os dimensionamentos apresentados nestas Regras pressupõem temperaturas e viscosidades normalmente encontradas nos fluidos tratados. As particularidades são tratadas nos Capítulos pertinentes.

### D2. NORMAS

#### 100. Aplicação

101. Os sistemas de tubulações, todos os seus acessórios, bombas e equipamentos devem estar em acordo com as últimas revisões das normas aplicáveis do INMETRO e na falta destas, das seguintes organizações:

- a. ANSI: American National Standard Institute
- b. ASTM: American Society for Testing and Materials
- c. ASME: American Society of Mechanical Engineers

### D3. CÁLCULO DA ESPESSURA DA PAREDE DE TUBOS

#### 100. Cálculo da espessura da parede

101. O presente tópico aplica-se a tubulações onde a relação diâmetro externo e interno não exceda o valor 1.7

$$t = t_0 + b + c$$

onde:

t = espessura mínima calculada, em mm

t<sub>0</sub> = espessura calculada através da seguinte fórmula:

$$t = \frac{PD}{20K.e + P}$$

P = Pressão de projeto, em bar

D = diâmetro externo, em mm

K = tensão admissível (N/mm<sup>2</sup>)

e = fator de eficiência

e = 1 para tubos sem costura e tubulações fabricadas de acordo com o procedimento aprovado pelo RBNA.

102. Para outras tubulações soldadas, o RBNA poderá considerar um fator de eficiência dependendo do procedimento de soldagem.

b = redução na espessura devido a flexão

103. os valores toleráveis a serem escolhidos de maneira que a tensão calculada na flexão, devido a pressão interna, não exceda a tensão admissível do material.

104. Ao menos que não seja especificado por outros, a redução da espessura devido a flexão deve ser determinada através da seguinte formulação:

$$b = \frac{1}{2,5} \frac{D}{R} t_0$$

onde:

R = raio de curvatura de flexão, medido na linha de centro da tubulação, em mm

c = tolerância a corrosão, em mm

105. O valor de t, calculado acima, não considera nenhuma tolerância negativa do fabricante, então a espessura dita tem que considerar a tolerância negativa através da seguinte fórmula:

t<sub>1</sub> = espessura mínima em caso de tolerância negativa, em mm

t = espessura mínima calculada através da fórmula F1.700

a = porcentagem negativa da tolerância do fabricante.

#### 200. Espessura mínima da parede

201. A espessura mínima da parede é para ser assim como indicado na tabela T.D3.400.1.

**TABELA T.D3.201.1 - TOLERÂNCIA A CORROSÃO  
PARA TUBULAÇÕES DE AÇO**

Serviço da tubulação	c (mm)
Sistema de vapor superaquecido	0,3
Sistema de vapor saturado	0,8
Sistema de serpentina em tanques de carga	2
Água de alimentação no circuito aberto de caldeiras	1,5
Água de alimentação de caldeiras em sistemas fechados	0,5
Sistemas de <b>Blown down</b> para caldeiras	1,5
Sistemas de ar comprimido	1
Sistema de óleo hidráulico	0,3
Sistema de óleo lubrificante	0,3
Sistema de óleo combustível	1
Sistemas de óleos pesados	2
Planta de refrigeração	0,3
Sistema de água fresca	0,8
Sistema de água do mar em geral	3

**Notas:**

Para tubulações passando através de tanques um fator adicional de corrosão é para ser considerado de acordo fatores dados na tabela T.F1.201.1 , e dependendo do meio externo, a fim de contabilizar para corrosão externo.

A corrosão folga pode ser reduzida onde tubulações e qualquer junta integral são protegidas contra corrosão por meios de pintura, forro, etc.

Em caso de liga especial de aço com resistência a corrosão suficiente, a corrosão folga pode ser reduzida a zero

**TABELA T.D3.201.2 - TOLERÂNCIA A CORROSÃO  
PARA TUBULAÇÕES DE MATERIAIS NÃO FERROSOS**

Material da tubulação	c (mm)
Cobre, bronze e ligas similares, cobre- ligas finas exceto aquelas com conteúdo de chumbo	0,8
Ligas de Cobre- Níquel	0,5

**NOTA:**

Para **mídia** sem ação corrosiva em relação ao material empregado e em caso de ligas especiais com resistência a corrosão suficiente e corrosão folga podem ser reduzidos a zero.

**TABELA T.D3.401.1 – ESPESSURA MÍNIMA DE PAREDE PARA TUBULAÇÕES DE AÇO (TODAS AS DIMENSÕES EM mm)**

Diâmetro Nominal	Diâmetro externo	Espessura da parede			
		A	B	C	D
6	10,2	1,6			
	12	1,6			
8	13,5	1,8			
10	17,2	1,8			
	19,3	1,8			
	20	2			
15	21,3	2		3,2	
	25	2		3,2	
20	26,9	2		3,2	
25	33,7	2		3,2	
	38	2	4,5	3,6	6,3
32	42,4	2	4,5	3,6	6,3
	44,5	2	4,5	3,6	6,3
40	48,3	2,3	4,5	3,6	6,3
	51	2,3	4,5	4	6,3
50	60,3	2,3	4,5	4	6,3
	63,5	2,3	4,5	4	6,3
	70	2,6	4,5	4	6,3
65	76,1	2,6	4,5	4,5	6,3
	82,5	2,6	4,5	4,5	6,3
80	88,9	2,9	4,5	4,5	7,1
90	101,6	2,9	4,5	4,5	7,1
	108	2,9	4,5	4,5	7,1
100	114,3	3,2	4,5	4,5	8
	127	3,2	4,5	4,5	8
	133	3,6	4,5	4,5	8
125	139,7	3,6	4,5	4,5	8
	152,4	4	4,5	4,5	8,8
150	168,3	4	4,5	4,5	8,8
	177,8	4,5	5	5	8,8
175	193,7	4,5	5,4	5,4	8,8
200	219,1	4,5	5,9	5,9	8,8
225	244,5	5	6,3	6,3	8,8
250	273	5	6,3	6,3	8,8
	298,5	5,6	6,3	6,3	8,8
300	323,9	5,6	6,3	6,3	8,8
350	355,6	5,6	6,3	6,3	8,8
	368	5,6	6,3	6,3	8,8
400	406,4	6,3	6,3	6,3	8,8
450	457,2	6,3	6,3	6,3	8,8

**NOTAS DA TABELA T.D3.401.1**

As colunas A, B, C e D na tabela destinam-se para os seguintes serviços:

- a. tubulações em geral
- b. ventilação, transbordo e tubos de sondagem integrais:
- c. Esgotamento, lastro e tubulações de mar.

**NOTA:**

1. Os tamanhos nominais, diâmetros e espessuras da parede dados na tabela acima são de tamanhos comuns baseados em normas internacionais.
2. Onde tubulações e quaisquer juntas integrais são protegidas contra corrosão por meios de pintura, etc. na descrição do RBNA a espessura pode ser reduzida não mais que 1 mm.
3. Para tubulação de sondagem, exceto para cargas inflamáveis, a espessura mínima da parede na coluna B é desejada que a aplicar somente fora do tanque.
4. A espessura mínima listada nesta tabela é a espessura nominal da parede. Nenhuma folga deve ser feita para tolerância negativa ou redução de espessura devido à flexão.
5. Para tubos de rosca, onde permitido, a espessura mínima da parede deve ser medida no fundo da rosca.
6. A espessura mínima da parede para tubulações de esgotamento e lastro através de tanques profundos pode ser submetida à aprovação especial do RBNA. A espessura mínima da parede para linhas de lastro através de tanques de carga de óleo não deve ser menor que o especificado nestas regras.
7. A espessura da parede mínima para tubulações com diâmetro nominal maior que 450 mm deve estar de acordo com normas nacionais ou internacionais reconhecidas pelo RBNA e em nenhum caso menor que a espessura da parede da coluna apropriada indicada para a tubulação de tamanho de 450 mm.
8. Tubulações de exaustão de gás a espessura mínima da parede pode ser submetida à consideração especial do RBNA.
9. A espessura mínima da parede para linhas de carga de óleo pode ser submetida à aprovação especial do RBNA.

**TABELA T.D3.4201.2– ESPESSURA DA PAREDE MÍNIMA PARA TUBOS DE AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS**

Diâmetro Externo D(mm)	Espessura da parede mínima (mm)	Diâmetro externo D(mm)	Espessura da parede mínima
10,2 a 17,2	1,0	219,1	2,6
21,3 a 48,3	1,6	273,0	2,9
60,3 a 88,9	2,0	323,9 a 406,4	3,6
114,3 a 168,3	2,3	Acima de 406,4	4,0

**TABELA T.D3.401.3 ESPESSURA DA PAREDE MÍNIMA PARA TUBOS DE AÇO PARA SISTEMAS DE EX-TINÇÃO DE INCÊNDIO DE CO2**

Diâmetro externo (mm)	Das garrafas até a estação de distribui- ção	Da estação de distribuição para os bo- cais
21,3-26,9	3,2	2,6
30-48,3	4	3,2
51-60,3	4,5	3,6
63,5-76,1	5	3,6
82,5-88,9	5,6	4
101,6	6,3	4
108-114,3	7,1	4,5
127	8	4,5
133-139,7	8	5
152,4-168,3	8,8	5,6

Notas:

1. Tubulações devem ser galvanizadas pelo menos no interior, exceto as tubulações instaladas na Praça de Máquinas onde a galvanização pode não ser requerida, a critério do RBNA
2. Para tubulações rosqueadas, onde permitido, a espessura mínima de parede deve ser medida no fundo da rosca.
3. Os diâmetros externos e espessuras devem ser selecionados da recomendação R336 da ISO para tubos soldados lisos e sem costura. Diâmetros e espessuras de acordo com outros padrões nacionais ou internacionais poderão ser aceitos.
4. Para diâmetros maiores a espessura mínima da parede estará sujeita a consideração especial pelo RBNA.
5. Em geral, a espessura mínima é a espessura nominal da parede e não é necessário acrescentar margens para tolerâncias negativas ou redução na espessura devido a dobramento.

**TABELA T.D3.401.4 - ESPESSURA MÍNIMA DE PAREDE PARA TUBOS DE COBRE E DE LIGA DE COBRE**

Diâmetro externo D (mm)	Espessura mínima de parede (mm)	
	Cobre	Liga de cobre
08-10	1,0	
12-20	1,2	
25-44,5	1,5	
50-76,1	2,0	
88,9-108	2,5	
133-159	3,0	
193,7-267	3,5	
273-457,2	4,0	
470	4,0	
508	4,5	

Nota: Diâmetros e espessuras em conformidade com padrões nacionais e internacionais poderão ser aceitos.

**500. Tensão permissível k para tubulações de aço carbono e ligas de aço**

501. a tensão permissível para tubulações de aço carbono a ser considerada na formula apresentada em D3.200 deve ser escolhida através do menor valor apresentado pelas seguintes valores:

$$R_{20}/2,7$$

$$E_T/1,6 \text{ up to } E_T/1,8$$

$$\sigma_{R/100\ 000}/1,6 \text{ up to } \sigma_{R/10\ 000}/1,8$$

$$\sigma_{R/100\ 000}/1 \text{ accordingly.}$$

Onde:

$R_{20}$  = limite de resistência a tração mínimo (N/mm<sup>2</sup>),

$E_T$  = tensão de escoamento mínima ou 0,2 tensão de teste (N/mm<sup>2</sup>) a temperatura de projeto (ver D3.800)

$\sigma_{R/100\ 000}$  = tensão média (N/mm<sup>2</sup>) que produza uma ruptura em 100 000 horas a temperatura de projeto (ver D3.800)

$\sigma_1/100\ 000$  = tensão media (N/mm<sup>2</sup>) a produzir 1% de deformação em 100 000 horas a temperatura de projeto (ver D3.800)

**502. NOTAS**

- a. os valores da tensão de escoamento ou 0,2 % da tensão de teste dados por normas nacionais e internacionais reconhecidas pelo RBNA podem ser adotados.
- b. os valores localizados na faixa entre 1,6 e 1,8 devem ser escolhidos de acordo com a aprovação do RBNA
- c. o valor de  $\sigma_{1/100\ 000}$  poderá ser utilizado de acordo com a aprovação do RBNA.

**600. Tensão permissível k para cobre e ligas de cobre**

601. a tensão permissível para ligas de cobre e tubulações de cobre a serem consideradas na formula D3.200 deve ser adotada através da tabela T.D3.601.1 dependendo da temperatura de projeto (ver D3.800)

**TABELA T.D3.601.1 – LIMITES DE TENSÃO PERMISSÍVEL K PARA COBRE E LIGAS DE COBRE**

Material do tubo	Cobre	Aluminio bronze	Cupro-níquel Cu Ni 5 Fe 1 Mn Cu Ni 10 Fe 1 Mn	Cupro-níquel Cu Ni 30	
<b>Condição do material</b>					
<b>Resistência mínima à tração (N/mm<sup>2</sup>)</b>	215	325	275	365	
<b>Tensão permissível K (N/mm<sup>2</sup>)</b>	50°C	41	78	68	81
	75°C	41	78	68	79
	100°C	40	78	67	77
	125°C	40	78	65,5	75
	150°C	34	78	64	73
	175°C	27,5	51	62	71
	200°C	18,5	24,5	59	69
	225°C	-	-	56	67
	250°C	-	-	52	66,5
	275°C	-	-	48	64
300°C	-	-	44	62	

**NOTAS:**

- 1. Valores intermediários podem ser determinados por interpolação linear.
- 2. Para materiais não incluídos na Tabela, a tensão permissível deve ser especialmente considerada pelo RBNA.

## 700. Temperatura de projeto:

701. A temperatura de projeto P a ser considerada na formulação apresentada em D3.200 deve ser a máxima pressão de trabalho e esta não deve ser inferior a maior pressão das válvulas de alívio, para casos especiais, a pressão de projeto poderá ser especialmente considerada. Para tubulações contendo óleo combustível a pressão de projeto deve ser adotada de acordo com a tabela T.D3.701.1.

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

Temperatura de trabalho Pressão de trabalho	T ≤ 60°C	T > 60°
P ≤ 7 bar	3 bar ou max. pressão de trabalho, a que for maior	3 bar ou max. pressão de trabalho, a que for maior
P > 7 bar	Máxima pressão de trabalho	14 bar ou max. pressão de trabalho, a que for maior

## 800. Temperatura de projeto

801. A temperatura de projeto a ser considerada para a determinação da tensão admissível em D3.500 e D3.600 é em geral a máxima temperatura média de projeto internamente nas canalizações de serviço, poderá especialmente ser considerada.

## D4. DIMENSÕES DE VÁLVULAS E ACESSÓRIOS

### 100. Flanges

101. As dimensões dos flanges a parafusos relativos devem ser escolhidos de acordo com as normas nacionais e internacionais reconhecidas pelo RBNA.

102. NOTA: Para aplicações especiais, quando a temperatura, pressão e o tamanho dos flanges possuam valores acima de certos limites, um cálculo completo dos parafusos e flanges devem ser executados.

### 200. Válvulas e acessórios

201. As válvulas e acessórios em tubulações devem ser compatíveis em fazem parte com relação a tensão( ver D3.700 para a pressão de projeto) e devem estar disponíveis para a operação a máxima pressão de serviço em que estas irão experimentar em serviço.

## CAPÍTULO E TUBULAÇÕES DE CARGA

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

- E1. TUBULAÇÕES DE CARGA EM NAVIOS ESPECIALIZADOS
- E2. CARGA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL EM NAVIO NÃO ESPECIALIZADO

### E1. TUBULAÇÕES DE CARGA EM NAVIOS ESPECIALIZADOS

#### 100. Navios de granel líquido

101. Navios especializados em transporte de granel líquido são tratados nos Títulos 31 a 34 destas Regras.

### E2. CARGA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL EM NAVIO NÃO ESPECIALIZADO

#### 100. Óleo combustível com ponto de fulgor < 60o C

101. Em navio não especializado, as condições de carregamento serão especialmente analisadas pelo RBNA.

## **CAPÍTULO F TUBULAÇÕES DO CASCO**

### **CONTEÚDO DO CAPÍTULO**

- F1. ESGOTAMENTO DO CASCO – DRENAGEM
- F2. INCÊNDIO - REDE DE COMBATE
- F3. LASTRO
- F4. SUSPIRO, LADRÃO, SONDAGEM/ULAGEM E INDICADORES DE NÍVEL
- F5. ÁGUA POTÁVEL
- F6. SISTEMAS DE VENTILAÇÃO
- F7. HIDRÁULICO DE FORÇA PARA SERVIÇOS ESSENCIAIS DO CASCO

---

### **F1. ESGOTAMENTO DO CASCO – DRENAGEM**

#### **100. Princípios**

101. Todas as embarcações devem ter sistema de bombeamento e rede de tubulação capaz de esgotar quaisquer de seus compartimentos. Quando não tripuladas ou com  $AB < 70$ , os compartimentos que ficam permanentemente estanques podem ser dispensados de rede fixa de esgotamento mediante consulta ao RBNA, mas terão instalados tubos de sondagem.

102. Compartimentos com largura de meia boca ou mais (conforme aplicável) devem ter no mínimo 2 (duas) sucções laterais. Nos outros deve ser prevista, no mínimo, uma sucção, convenientemente localizada.

103. A rede de esgotamento deve ser totalmente independente das redes destinadas a carga e a óleo combustível.

104. Deve haver cuidado especial para que as descargas fora da embarcação não venham a poluir as águas. Ver Capítulo H.

#### **200. Arranjo**

201. O arranjo das tubulações e acessórios deve evitar a intercomunicação acidental entre compartimentos estanques e o exterior da embarcação. Para tanto os ramais dos diversos compartimentos devem ligar-se à rede principal ou ao coletor (“manifold”) de esgotamento através de válvula de retenção com fechamento.

202. A tubulação de esgotamento não deve passar através de tanques de óleo lubrificante, de água potável ou de água de alimentação das caldeiras.

203. Quando a tubulação de esgotamento passar através de tanques de óleo combustível ela deve ser de material reforçado e todas as conexões dentro do tanque devem ser soldadas com flanges reforçados. Deve ser utilizado o menor número de conexões possível dentro de tanques.

204. Quando não há túneis de tubulações, os ramais devem ter válvulas de retenção, de tipo aprovado, nas extremidades de sucção.

205. Trechos longitudinais de tubos fixados em anteparas ou hastilhas distantes mais de  $0,1 \times L$  devem ter curvas de expansão ou outro dispositivo aprovado, não se permitindo gaxetas de vedação para absorver contração e expansão.

206. Não deve haver válvula de dreno ou torneira na antepara de colisão. Se impraticável por outro modo, a passagem de tubo de esgoto ou lastro deve ser dotada de válvula de fechamento instalada na antepara, no interior do tanque de colisão, com comando a distância operando de posição acessível acima do convés das anteparas e dispositivo de indicação de posição aberta ou fechada. Sob condições especiais e aprovação do RBNA, ela pode ser instalada pelo lado externo, desde que esteja em posição acessível em todas as condições de serviço e que o espaço, onde esteja localizada, não seja de carga ou de óleo combustível.

207. Todas as aspirações de esgotamento devem ser dotadas de grelhas, cujas áreas livres não devem ser menores que 3 vezes a área do tubo de sucção.

208. Nos trechos de tubulação compreendidos entre o piano de sucção de esgoto e a bomba devem ser instalados filtros, de modo a proteger a bomba.

209. A praça de máquinas deve ter, no mínimo, duas sucções de esgotamento. Em embarcações de passageiros com AB maior que 20 e demais com AB maior que 50, deve ser instalado alarme de nível de alagamento, sonoro e visual. Todos os pocetos de esgoto devem ser acessíveis e de fácil limpeza. Água de esgoto não deve inundar equipamentos elétricos quaisquer que sejam os movimentos e inclinações das embarcações, que ocorram durante a operação.

210. O esgotamento de águas oleosas da praça de máquinas deve ser independente do sistema de esgotamento do casco.

211. Todos os tanques usados para água de lastro, óleo combustível ou cargas líquidas, inclusive tanques de fundo duplo, devem ter sucções de esgotamento em suas extremidades de ré, salvo geometrias especiais. Espaços vazios e “cofferdams” devem ser conectados ao sistema de esgotamento. A exceção é para casos especiais, em espaços pequenos permanentemente fechados, sem dispositivos de suspiro ou ladrão.

212. Os ramais para esgotamento de porões de carga seca devem ter dispositivos de não retorno e ser separados dos ramais de lastro e deslastro. Nas embarcações de porão de carga único com compartimento maior que 30 (trinta) metros, devem ser previstas sucções de esgoto em ambos os bordos, à ré do porão e a um quarto do comprimento do porão, à vante.

212. As tubulações de esgotamento que passarem através de compartimentos destinados ao carregamento de óleo devem ser de aço ou ferro forjado.

### 300. Bombas de esgotamento

301. As embarcações propulsadas, com arqueação bruta maior que 20, empregadas no transporte de passageiros, mercadorias perigosas, rebocadores e empurradores e as demais embarcações com arqueação bruta maior que 100 devem ter, no mínimo, uma bomba de esgoto com vazão mínima de 15 m<sup>3</sup>/h, não manual, que poderá ser acionada pelo motor principal.

302. As embarcações que não se enquadram no parágrafo anterior devem possuir, no mínimo, uma bomba de esgotamento com vazão mínima de 10m<sup>3</sup>/h, que poderá ser manual.

303. Quando a potência de propulsão exceder 224 kW (300 HP) ou a arqueação bruta for maior que 500, devem ser instaladas duas bombas, cada uma com vazão mínima de 15 m<sup>3</sup>/h. A segunda bomba deve ter acionamento por força motriz independente do motor de propulsão.

304. A capacidade mínima das bombas de esgotamento deve ser obtida pela seguinte fórmula:

$$Q = 0,00575.d^2$$

onde:

Q = capacidade da bomba em m<sup>3</sup>/h

d = diâmetro requerido da linha principal, de esgotamento em mm.

305. A vazão das bombas com acionamento independentes deve ser tal que a velocidade de sucção seja no mínimo 2 m/s quando o esgotamento se fizer simultaneamente pelos dois ramais de maiores diâmetros conectados à bomba.

306. A vazão das bombas de esgotamento acionadas pelo motor principal não deve ser menor que a vazão das bombas de água de resfriamento acionadas por estes motores. Pode ser aceita menor vazão se a diferença for compensada pela vazão da bomba de esgotamento independente.

307. Quando forem utilizadas bombas centrífugas para esgotamento, elas devem ser auto-aspirantes ou estar ligadas a um sistema central de escorva.

308. Quando a bomba de esgotamento é usada em deslastro, o ramal principal será conectado à linha de sucção da bomba por válvula de retenção para prevenir que a água de lastro vá para o sistema de esgotamento.

### 400. Diâmetro dos tubos de sucção

401. O diâmetro interno d, em mm, dos tubos de sucção de esgotamento de cada compartimento da linha principal ou da linha secundária, deve ser no mínimo igual ao obtido pela fórmula seguinte, não podendo ser menor que 40 mm e não necessita ser superior a 63 mm.

$$d = 1,68\sqrt{(B + D).L} + 25$$

onde:

d = diâmetro requerido da linha principal de esgotamento, em mm.

B = Boca da embarcação, em metros;

D = pontal moldado da embarcação, em metros;

L = comprimento da embarcação, em metros.

402. A área da seção reta da linha principal de sucção de esgotamento não deve ser menor que a soma das áreas das seções retas dos dois ramais de maior diâmetro nela conectadas, nem menor que 50 mm.

### 500. Diâmetro dos tubos sucção dos ramais secundários

501. O diâmetro das tubulações de sucção dos ramais secundários não deve ser inferior ao calculado através da seguinte equação:

$$d = 2.\sqrt{(B + D).c} + 25$$

d = diâmetro interno da tubulação dos ramais primários, em mm;

B = Boca da embarcação, em metros;

D = pontal moldado, em metros;

c = comprimento do compartimento, em metros.

502. Uma rede de esgotamento ligando o pique tanque de ré para a Praça de Máquinas poderá ser aceita desde que seja dotada de uma válvula de acesso fácil de fechamento rápido junto da antepara de ré e desde que seja mantida a estanqueidade desta.

503. Para embarcações operando com o espaço de carga exposto ao tempo, a capacidade de cada unidade de esgotamento, baseada no índice de chuva, não deve ser menor que a requerida através da seguinte formulação:

$$Q = \frac{q \cdot c_h \cdot b_h}{1600}, \text{ em m}^3/\text{h}$$

Onde:

q = índice de chuvas em mm/h como aplicável para a área geográfica na qual a embarcação irá operar como o valor mínimo de 25 mm/h, porém não necessitando exceder 100 mm/h

C<sub>h</sub> = comprimento do compartimento, em metros.

B<sub>h</sub> = boca do espaço de carga, em metros.

## 600. Arranjo para esgoto sanitário e drenos do casco

601. As descargas no casco devem estar abaixo ou na linha d'água da embarcação carregada.

602. Esgotos sanitários ou drenos de espaços no interior do casco terão válvulas comandadas pela parte externa do casco. Os demais terão válvula de retenção e fechamento.

603. Para drenagem de água acumulada em espaços que não os do interior do casco, serão previstos embornais em quantidade e em dimensões ajustadas ao local.

## F2. INCÊNDIO - REDE DE COMBATE

### 100. Princípios

101. Todas as embarcações propulsadas e as não propulsadas destinadas ao transporte de produtos especiais devem ser equipadas com bombas de incêndio, redes de incêndio, tomadas de incêndio e mangueiras em conformidade com esta Parte das Regras.

102. Planos em três vias devem ser submetidos ao RBNA para aprovação, indicando claramente:

a. os detalhes e particularidades do arranjo da tubulação de incêndio;

b. quantidade e capacidade das bombas;

c. meios de acesso a cada compartimento e aos conveses;

d. localização dos extintores, alarmes, detetores e uma lista dos artefatos de combate a incêndio, com os nomes dos fabricantes, tipos, número de série e particularidades principais.

103. Os planos da instalação fixa de combate a incêndio para a praça de máquinas e porões de carga também devem ser apresentados, incluindo diagramas da tubulação e particularidades principais.

104. Os cálculos para a capacidade das instalações fixas de combate a incêndio devem ser apresentados para referência.

105. Os sistemas fixos de espuma, borrifado d'água e gás inerte para os espaços de carga e praça de bombas de navios tanque, petroleiros, gás liquefeito, produtos químicos e cargas perigosas serão instalados em conformidade com os requisitos estabelecidos nos códigos internacionais. No caso de embarcações sem propulsão e sem pessoas a bordo, os requisitos poderão ser modificados e serem submetidos à consideração do RBNA.

### 200. Bombas de incêndio

201. As embarcações propulsadas com AB maior que 300 deverão ser dotadas de pelo menos uma bomba de incêndio não manual, com vazão maior ou igual a 15m<sup>3</sup>/h, que poderá ser acionada pelo motor principal;

202. As embarcações com AB maior que 500 deverão ter, pelo menos, duas bombas de incêndio de acionamento não manual, sendo que uma bomba deverá possuir força motriz distinta da outra e independente do motor principal. A vazão total dessas bombas de incêndio não deverá ser menor que 20 m<sup>3</sup>/h, sendo que nenhuma delas poderá ter uma capacidade menor que 45% do total requerido;

203. A(s) bomba(s) de incêndio das embarcações propulsadas com AB maior que 300 fornecendo a sua máxima vazão, deverá(ão), pelo menos, manter duas tomadas de incêndio distintas com um alcance de jato d'água, emanados das mangueiras, nunca inferior a 15 m;

204. Bombas utilizadas para bombeamento de óleo não devem ser conectadas ao sistema de combate a incêndio.

205. Bombas sanitárias, de lastro, esgoto, serviços gerais ou outras bombas usadas ocasionalmente em fainas de óleo combustível, só podem ser consideradas como bombas de incêndio se equipadas com dispositivo para reversão às funções normais de operação, que efetivamente evite a descarga acidental de misturas oleosas pelo sistema de combate a incêndio.

206. No caso de a pressão de bombas de incêndio ser inferior à pressão de projeto das tubulações de água de serviço, devem ser instaladas válvulas de alívio, de modo a controlar o excesso de pressão em qualquer parte da linha principal de incêndio.

207. Quando forem utilizadas bombas centrifugas de incêndio, elas devem ser auto-escorvantes ou estar ligadas a um sistema central de escorva. Pode, ainda, ser instalada na bomba uma válvula de retenção com fechamento.

208. A bomba de incêndio principal deve ser instalada a ré da antepara de colisão, preferencialmente na praça de máquinas, em local facilmente acessível sob todas as condições de serviço.

209. A capacidade das bombas de incêndio deve ser, no mínimo, igual ao valor obtido pela seguinte fórmula ou ao valor especificado na Tabela T.F2.209.1 a seguir:

$$Q = 0,00575.d^2$$

onde:

Q = capacidade da bomba em m<sup>3</sup>/h

d = diâmetro requerido da linha principal, em mm.

**TABELA T.F2.209.1 - VAZÃO DE BOMBAS DE INCÊNDIO**

Diâmetro Interno (mm)	Capacidade de cada bomba (m <sup>3</sup> /h)	Diâmetro Interno (mm)	Capacidade de cada bomba (m <sup>3</sup> /h)
50	15	135	105
55	18	140	113
60	21	145	121
65	25	150	130
70	29	155	138
75	33	160	147
80	37	165	157
85	42	170	166
90	47	175	176
95	52	180	186
100	58	185	197
105	64	190	208
110	70	195	219
115	76	200	230
120	83	205	242
125	90	210	254
130	97		

### 300. Linha principal e hidrantes

301. O diâmetro da linha principal de incêndio e água de serviço para navios com arqueação bruta superior a 300 deve ser adequado para assegurar a efetiva distribuição da vazão máxima exigida das bombas de incêndio funcionando simultaneamente e suficiente para lançar, através de esguichos e condições especificados nos itens que seguem, dois jatos d'água a uma distância nunca inferior a 15 m.

302. Na linha principal e tomadas de incêndio não será permitida a aplicação de materiais plásticos, PVC ou outros materiais cujas características sejam facilmente prejudicadas pelo calor.

303. A linha principal e tomadas de incêndio devem ser projetadas de modo a ser totalmente independentes de outros sistemas de tubulação, protegidas de forma a evitar avarias por cargas transportadas no convés e localizadas de maneira que as mangueiras de incêndio sejam facilmente conectadas.

304. Em toda tomada de incêndio deve ser prevista uma válvula ou dispositivo similar, com pelo menos 38 mm de diâmetro interno, de modo que qualquer mangueira de in-

cêndio possa ser removida com as bombas de incêndio em funcionamento.

305. A quantidade e a localização dos hidrantes devem ser tais que pelo menos dois jatos d'água, não provenientes de um mesmo hidrante, um dos quais guarnecido por uma única seção de mangueira, possam atingir qualquer parte do navio normalmente acessível aos passageiros ou à tripulação, com o navio navegando, bem como qualquer parte do compartimento de carga, quando vazio. De cada hidrante deve ser visível um posto de incêndio.

306. Rebocadores e empurradores com arqueação bruta maior que 20, empregadas em operações de comboio, devem ser dotadas com pelo menos duas tomadas e dois postos de incêndio completos, com mangueiras e seus acessórios, localizados na proa, de modo a possibilitar o combate a incêndios no comboio.

307. Na entrada da praça de máquinas, pelo lado externo, deve ser prevista uma tomada de incêndio e um posto de incêndio completo.

308. Os postos de incêndio, compostos de mangueira com uniões, esguichos e chave, devem ser pintados de vermelho, dotados na sua antepara frontal de uma porta com visor de vidro e marcadas em branco com a letra "F" seguida da numeração do posto.

309. Os postos de incêndio devem ser usados exclusivamente para a guarda da mangueira de incêndio e seus acessórios.

### 400. Mangueiras de incêndio

401. As mangueiras de incêndio devem ser de material não deteriorável aprovado pelo RBNA, com seções de comprimento não maior que 15 m e suficiente para projetar um jato d'água nas condições indicadas nos requisitos anteriores, com diâmetro não inferior a 38 mm.

402. A quantidade de mangueiras a ser instalada a bordo, cada uma com uniões e esguichos, não incluindo as prescritas para a praça de máquinas, deve ser na proporção de uma mangueira para cada 30 m de comprimento do navio mais uma sobressalente, com total mínimo de três. Nas embarcações com arqueação bruta menor que 100, o total mínimo pode ser de duas.

403. Em embarcações com arqueação bruta maior que 500 o total mínimo é de quatro.

404. As quantidades indicadas acima podem ser aumentadas pelo RBNA quando for necessário para garantir que sejam suficientes disponíveis e acessíveis a todo o momento, em função do tipo da embarcação e da natureza da carga transportada.

### **500. Uniões e esguichos**

501. As uniões do tipo engate rápido do tipo “Storz” ou similar devem ser previstas para acoplamento das tomadas e mangueiras de incêndio.

502. As dimensões padrões de esguichos devem ser de 12 mm, 16 mm e 19 mm ou tão próximo quanto possível. Esguichos com diâmetros maiores poderão ser permitidos após análise do RBNA.

503. Nos compartimentos de máquinas e áreas externas a dimensão dos esguichos será tal que se obtenha o máximo de descarga possível de dois jatos na pressão mencionada no item 301, provenientes da menor bomba, desde que não seja utilizado um esguicho com diâmetro superior a 19 mm.

504. Nos compartimentos habitáveis ou de serviço pode ser aceito esguicho com diâmetro não superior a 12 mm.

505. Todos os esguichos devem ter dispositivo de fechamento e ser de tipo aprovado. O que serve à praça de máquinas e mais um devem ser de duplo emprego em bor-rifo e jato sólido.

### **F3. LASTRO**

#### **100. Aplicação**

101. A rede de lastro deve ser totalmente independente das redes destinadas a carga e a óleo combustível.

102. Quando a tubulação de lastro passar através de tanques de óleo combustível ela deve ser de material reforçado e todas as conexões dentro do tanque devem ser soldadas com flanges reforçados. Deve ser utilizado o menor número de conexões possível dentro de tanques.

### **F4. SUSPIRO, LADRÃO, SONDAGEM/ULAGEM E INDICADORES DE NÍVEL**

#### **100. Tubos de suspiro e ladrão**

101. Em todos os tanques e espaços que possam vir a ser bombeados devem ser instalados tubos de suspiro e ladrão no seu ponto mais alto. A extremidade destes tubos fica acima do convés exposto nas alturas conforme o Capítulo de Borda Livre destas Regras, atendendo à NORMAM 02.

102. Estes tubos devem terminar com uma curva a 180° ou dispositivo equivalente para evitar a entrada de água, atendendo à NORMAM 02.

103. Quando o tanque ou o espaço tiver uma superfície relativamente grande, são instalados dois tubos de suspi-

ros, arranjados de tal modo que todo ar ou gás que venha a ser acumulado na parte superior possa sair livremente.

104. A área da seção dos tubos de suspiro e ladrão transbordamento deve ser no mínimo 25% maior que a área das seções dos tubos de enchimento.

105. Os tubos de suspiros não podem ser utilizados para enchimento dos tanques.

#### **200. Suspiro e ladrão de tanques de óleo combustível**

201. O diâmetro interno não deve ser menor que 60 mm.

202. A abertura livre dos tubos de suspiro e ladrão deve ter uma tela corta-chama resistente a corrosão para impedir a entrada de fogo. A área livre da tela deve ser, no mínimo, duas vezes a área interna do tubo.

203. Na locação destes tubos deve-se evitar que sua extremidade livre esteja situada em locais onde o desprendimento de vapor possa causar algum dano.

204. O óleo transbordado pelo ladrão deve ser encaminhado a bandejas coletoras ou, sempre que possível, para um tanque de transbordamento de volume adequado.

#### **300. Suspiro e ladrão de tanques de óleo lubrificante**

301. O diâmetro interno não deve ser menor que 60 mm.

302. A abertura livre poderá estar localizada na praça de máquinas, em local onde um possível transbordamento de óleo não atinja equipamentos elétricos ou superfícies aquecidas.

#### **400. Suspiro e ladrão de tanques de água potável**

401. O diâmetro interno mínimo em tanques de água potável é 40 mm. Sua extremidade livre, que poderá estar na praça de máquinas, deve ser dotada de uma tela para evitar a entrada de insetos.

#### **500. Suspiro e ladrão de tanques de lastro**

501. O diâmetro interno não deve ser menor que 50 mm.

#### **600. Suspiro de caixas de mar**

601. Todas as caixas de mar devem ser dotadas de suspiros com válvula de fechamento, que poderão ser interligados entre si e cujas extremidades livres devem situar-se no convés exposto.

602. O diâmetro interno do suspiro de cada caixa de mar não deve ser menor que 40 mm e a tubulação resultante da interligação deles não deve ser menor que 50 mm.

## **700. Tubos de sondagem/ulagem e indicadores de nível**

701. Todos os tanques, espaços vazios ou nem sempre acessíveis e pocetos de esgoto devem ser providos de tubo de sondagem, cujo diâmetro interno deve ser no mínimo 40 mm. Estes tubos devem ser tão retos quanto possível e seus trechos dentro de porões de carga devem ser protegidos contra avarias.

702. Os tubos de sondagem devem se estender até o convés exposto, sempre que possível. Os de tanques de óleo não devem estar em acomodações ou espaços de passageiro nem onde haja risco de ignição.

703. Quando sua extremidade superior estiver localizada abaixo da linha de carga da embarcação, eles devem ser equipados com dispositivos para fechamento. Este dispositivo de fechamento deve ser automático quando se tratar de tanque de óleo combustível.

704. Sob os tubos de sondagem devem ser colocadas chapas de reforço para evitar danos no fundo dos tanques ou de espaços vazios durante a operação de sondagem.

705. Em tanques abertos ou que possam ter aberturas especiais no teto, a medição de volume pode ser por ulagem.

706. Tanques não-estruturais ou tanques estruturais situados acima da linha d'água poderão ser dotados de dispositivos indicadores de nível, observando-se que:

a. sejam de construção robusta e estejam adequadamente protegidos;

b. não sejam utilizadas torneiras de nível para tanques de óleo combustível ou óleo lubrificante;

c. possam ser isolados do tanque por meio de válvulas, que serão de fechamento rápido no caso de tanques de óleo combustível.

d. no caso de serem transparentes, sejam de vidros planos protegidos contra impacto e tenham válvulas de auto-fechamento nas conexões com o tanque.

## **F5. ÁGUA POTÁVEL**

### **100. Tanques de água potável**

101. Dentro de tanques de água potável só devem passar tubos de água potável. A necessidade de passagem de tubos de água potável por tanques de outros líquidos será analisada, caso a caso, pelo RBNA.

102. Tubos de suspiro e de sondagem de tanques de água potável devem ser independentes. A boca de sondagem deve ficar a, no mínimo, 300 mm acima do convés.

Bocas de suspiros ou ladrões devem ter proteção contra entrada de insetos ou outras impurezas.

## **F6. SISTEMAS DE VENTILAÇÃO**

### **100. Sistemas de ventilação**

101. Os ventiladores devem ser dotados de parada remota e os abafadores de entrada e saída devem ser fechados de fora dos compartimentos a que servem.

102. Dutos de ventilação para compartimentos de maquinaria Categoria "A", compartimentos de veículos e compartimentos de ro-ro não devem passar através de acomodações, copas, cozinhas, compartimentos de serviço ou de controle, a menos que os dutos sejam construídos e dispostos de tal maneira a preservar a integridade requerida para as divisórias.

103. Dutos de ventilação para acomodações, compartimentos de serviço ou estações de controle não devem passar através de compartimentos de maquinaria Categoria "A" ou cozinhas a menos que os dutos sejam construídos e dispostos de tal maneira a preservar a integridade requerida para as divisórias.

104. O arranjo de ventilação para paióis contendo produtos altamente inflamáveis deverá ser considerado de maneira especial. (devo verificar a redação deste tópico)

105. Sistemas de ventilação servindo compartimentos de maquinaria Categoria "A" e dutos de exaustão de cozinhas devem ser independentes de sistemas servindo outros compartimentos.

106. Deverá ser dotado um sistema de ventilação para prevenir acumulação de gases em compartimentos de baterias.

107. Aberturas de ventilação poderão ser instaladas nas partes inferiores das portas camarotes, refeitórios e salas de recreação. A área total de tais aberturas não deverá exceder 0,05 m<sup>2</sup>.

### **200. Instalação**

201. Os compartimentos do casco habitáveis, de serviço ou paióis devem ter meios de ventilação.

202. A altura de tomadas de dutos acima do convés deve atender às prescrições da NORMAM 02.

203. A distribuição de ramais não deve comprometer a compartimentagem do casco.

204. A ventilação deve contar com aberturas para a entrada e saída de ar.

205. As aberturas de aspiração e exaustão de ar devem ter meios de fechamento, para abafamento em caso de incêndio.

206. O dimensionamento da instalação deve partir da quantidade de trocas para ventilação do compartimento.

### **300. Ventilação natural**

301. O dimensionamento de dutos de ventilação natural deve considerar a velocidade de 5 m/s.

### **400. Ventilação com acionamento mecânico**

401. Deve estar previsto meio de parada rápida dos insufladores e exaustores.

### **500. Ventilação de compartimentos de máquinas**

501. O dimensionamento deve considerar a troca necessária para ventilação do compartimento, para alimentação dos motores e para dissipação do calor irradiado.

## **F7. HIDRÁULICO DE FORÇA PARA SERVIÇOS ESSENCIAIS DO CASCO**

### **100. Acionamento de sistema de manobra**

101. O sistema deve prever proteção contra sobrecarga, com válvula de segurança, inclusive para prevenir torque transmitido por encalhe etc.

102. Os tubos devem estar afastados do casco e não devem passar por espaços de carga.

### **200. Demais sistemas hidráulicos**

201. As características destes sistemas devem ser apresentadas ao RBNA para aprovação.

202. O cálculo da parede dos tubos deve ser feito conforme o subcapítulo D3 acima.

## **CAPÍTULO G TUBULAÇÕES DE MAQUINARIA**

### **CONTEÚDO DO CAPÍTULO**

G1. ARRANJO DOS SISTEMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL

G2. ÓLEO LUBRIFICANTE

G3. RESFRIAMENTO DE MAQUINARIA

G4. GASES DE DESCARGA

G5. AR COMPRIMIDO

G6. SISTEMAS DE AQUECIMENTO, VAPOR, ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO E CONDENSADO

G7. ÓLEO TÉRMICO

G8. HIDRÁULICO DE FORÇA PARA SERVIÇOS ESSENCIAIS DA MAQUINARIA

### **G1. ARRANJO DOS SISTEMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL**

#### **100. Arranjo**

101. O sistema de bombeamento para transferência de óleo combustível deve ser, tanto quanto possível, independente de qualquer outro sistema de bombeamento.

102. As interligações deste sistema com outro, quando existirem, devem garantir que nenhuma ligação acidental possa ser realizada quando o mesmo estiver em operação.

103. Os tubos de óleo combustível não podem passar através de tanques de água doce, tanques de água de alimentação de caldeiras e tanques de carga.

104. Em navios de carga utilizando óleo combustível as disposições para a distribuição e utilização do óleo combustível devem ser de modo a assegurar a segurança do navio e das pessoas a bordo.

105. Tanques de óleo combustível situados dentro dos limites de compartimentos de maquinaria Categoria "A" não devem conter óleo com ponto de fulgor superior a 60°C.

106. Óleo combustível, óleo lubrificante e outros óleos inflamáveis não devem ser armazenados no tanque de colisão de vante.

107. Para navios de 150 AB ou maiores, e até onde for praticável:

a. Linhas de óleo combustível devem ser dispostas distan-

tes de superfícies aquecidas, instalações elétricas ou outras fontes de ignição, e devem ser protegidas por telas ou outros meios adequados.

b. Superfícies com temperaturas acima de 200°C que possam ser alcançadas por respingos de óleo devido a falha no sistema de óleo combustível devem ser adequadamente isoladas. Precauções devem ser tomadas para prevenir que qualquer respingo de óleo que possa escapar sob pressão de uma bomba, filtro ou aquecedor entre em contato com superfícies aquecidas.

c. Linhas externas de alta pressão de alimentação de óleo combustível entre as bombas injetoras de alta pressão e os bicos devem ser protegidas por dupla parede capaz de conter o combustível em caso de falha da linha de alta pressão. Uma proteção adequada em motores de 375 kW ou menores, onde a bomba injetora serve a mais que um bico injetor, pode ser utilizada como alternativa.

### **200. Combustível doméstico gasoso e aquecimento a óleo**

201. Onde combustível gasoso for utilizado para uso doméstico, as disposições para armazenamento, distribuição e utilização do combustível deve ser especialmente considerada.

202. As instalações de gás de cozinha de qualquer embarcação com AB maior que 20 deverão atender aos seguintes requisitos:

a. Os botijões de gás deverão ser posicionados em áreas externas, em local seguro e arejado, com a válvula protegida da ação direta dos raios solares e afastados de fontes que possam causar ignição;

b. As canalizações utilizadas para a distribuição de gás deverão ter proteção adequada contra o calor e quando plásticas deverão ser aprovadas pela ABNT.

203. Aquecedores de ambiente, se utilizados, devem ser fixados a um local e construídos de forma a reduzir os riscos de incêndio a um mínimo. O projeto e localização dessas unidades deve ser tal que cortinas de pano ou outros materiais similares não poderão ser queimadas ou incendiadas pelo calor oriundo da unidade.

### **300. Válvulas**

301. A sucção de cada tanque deve ter válvula facilmente acessível do compartimento onde o tanque está situado.

302. Nos tanques não situados no fundo duplo esta válvula deve ser instalada diretamente no seu chapeamento.

303. Quando a sucção do tanque for controlada por válvula localizada na praça de máquinas, ela deve ser instalada, tanto quanto possível, junto à antepara da praça de máquinas.

304. Quando uma tubulação alimentada por um tanque de óleo pode estar sujeita a pressão estática, uma válvula de fechamento positivo deve ser localizada na saída da tubulação do tanque ou na entrada da tubulação na praça de máquinas.

305. As tubulações de enchimento dos tanques devem estar próximas ao topo do tanque. Quando isso não for possível, deve ser instalada uma válvula de retenção no tanque.

306. Em embarcações com potência instalada de mais de 373 kW (500 HP) as válvulas dos tanques de serviço devem estar instaladas na antepara do tanque e ter fechamento rápido comandado de fora do compartimento.

### **400. Drenos e bandejas para coleta de óleo**

401. Os tanques diários de óleo combustível devem ser dotados de dreno, para permitir a retirada de água e de impurezas que se acumularem no fundo.

402. Para tanques situados na praça de máquinas estes drenos devem ser dotados de válvulas de fechamento rápido instaladas no tanque.

403. Devem ser instaladas bandejas sob bombas, válvulas, filtros e outros acessórios das redes de óleo combustível, bem como sob os tanques não-estruturais. As bandejas devem descarregar para um tanque de coleta de óleo, o qual será esgotado pela bomba de esgotamento oleoso.

### **500. Bombas de óleo combustível**

501. As bombas de óleo combustível não podem ser utilizadas para bombear outros líquidos.

502. As bombas de tipo deslocamento positivo devem ser providas de válvula de alívio instalada na descarga, descarregando para a sucção da bomba ou outro local conveniente.

### **600. Tanques de óleo combustível**

601. Os tanques de óleo combustível devem ser em número suficiente para que, no caso de avaria, o óleo combustível não seja todo perdido.

602. Eles devem ser separados de tanques de água potável, água de alimentação de caldeira e outros espaços da embarcação onde a temperatura seja elevada e precauções devem ser tomadas para que não sejam sujeitos a chama.

603. Os tanques de óleo combustível não devem ser localizados acima de caldeiras ou em locais sujeitos a alta temperatura.

604. Para tanques diários com volume até 50 l e instalados em motores Diesel controlados remotamente não será necessária a instalação de válvula para fechamento da aspiração do tanque.

## **700. Tubulação de aspiração e alimentação**

701. Os tubos de aspiração de óleo combustível, instalados nos tanques diários devem ser localizados a uma altura tal do fundo que seja evitada a aspiração de água ou de impurezas decantadas.

702. Na tubulação de alimentação dos motores de propulsão deve ser instalado um filtro duplo ou dispositivo similar, de modo que a limpeza de um dos filtros possa ser realizada com o motor em funcionamento. Não é permitido o uso de tubulação de desvio ("by pass").

## **800. Óleo combustível especial**

801. A utilização de óleo Diesel com ponto de fulgor abaixo de 55°, terá exame especial do RBNA.

802. Em sistemas de gasolina os tanques diários devem ser localizados a uma altura que permita o fluxo por gravidade para o carburador ou para bomba de alimentação. Nestes tanques não pode ser instalado indicador de nível de vidro.

803. Todo o sistema de gasolina deve estar em ambiente aberto ou ter meios de ventilação aprovados pelo RBNA.

804. Sistemas de óleo pesado serão objeto de análise especial pelo RBNA.

805. Sistemas de gases para turbinas serão objeto de análise especial pelo RBNA.

## **G2. ÓLEO LUBRIFICANTE**

### **100. Arranjo**

101. O sistema de óleo lubrificante deve ser independente de qualquer outro sistema de tubulação.

102. Nos motores de propulsão deve ser instalado um alarme para indicar a baixa pressão do óleo lubrificante.

### **200. Bombas de óleo lubrificante**

201. Nos sistemas de lubrificação forçada as bombas poderão ser independentes ou acionadas pelos motores a que servirem. Deve ser assegurada uma lubrificação satisfatória dos motores durante a partida.

202. Para os motores de propulsão com potência maior que 373 kW (500 BHP) recomenda-se a instalação de duas bombas de óleo lubrificante, de modo que quando uma esteja avariada, a lubrificação seja mantida para o motor em potência reduzida.

## **300. Filtros de óleo lubrificante**

301. Na entrada da tubulação de óleo lubrificante nos motores de serviço contínuo deve ser instalado um filtro duplo ou um dispositivo similar, de modo que a limpeza de um dos filtros possa ser realizada com o motor em funcionamento. Não é permitido o uso de desvio ("by pass").

302. Nos motores cujo bloco serve como reservatório de óleo lubrificante devem ser instalados dispositivos que permitam a determinação do nível do óleo, o enchimento e a drenagem ou bombeamento, com o motor em operação.

## **400. Dispositivo de parada**

401. Deve ser instalado alarme audível e visual, perceptível na praça de máquinas e no passadiço, quando a pressão de óleo lubrificante cair abaixo do mínimo especificado pelo fabricante do motor e daí necessitando a imediata parada.

402. Deve ser instalado um dispositivo que pare o motor se a pressão de óleo tornar-se excessivamente baixa.

## **G3. REFRIGERAÇÃO DE MAQUINARIA**

### **100. Sucção de água bruta (água do mar ou do rio)**

101. Devem ser previstas no mínimo duas sucções de caixas de mar independentes, para resfriamento dos motores principais.

102. Estas sucções devem ser localizadas de modo a evitar a entrada de ar na tubulação.

103. A caixa de mar deve ter grade removível com área livre de pelo menos 2 (duas) vezes a área dos tubos de sucção.

### **200. Filtros de água bruta**

201. Nas sucções das bombas de resfriamento dos motores principais e motores auxiliares para serviço essencial que sejam resfriados diretamente pela água bruta devem ser instalados filtros duplos ou dispositivos similares, que permitam a limpeza do filtro com o motor em funcionamento.

### **300. Bombas de água bruta de refrigeração**

301. As bombas poderão ser independentes ou acionadas pelo motor a que servem.

302. Deve ser assegurado um resfriamento satisfatório durante a partida.

### **400. Bombas de água doce para refrigeração**

401. Conforme Tópico 300. acima.

## **500. Tanques de expansão de água doce**

501. Os tanques de expansão devem ser instalados em posições suficientemente elevadas. Devem ser equipados com dispositivos para enchimento, indicador de nível e suspiro.

## **600. Torneiras de suspiro**

601. Nos pontos mais altos da tubulação devem ser instaladas torneiras para retirada de gases e ar que possam ser acumulados.

## **700. Trocadores de Calor**

701. Quando os trocadores de calor fizerem parte integrante do casco da embarcação, devem ser previstos dispositivos para suspiro que garantam adequada ventilação.

## **800. Termômetros**

801. Devem ser instalados termômetros, com indicação no local de operação dos motores, para indicar a temperatura de saída da água de resfriamento dos motores.

## **G4. GASES DE DESCARGA**

### **100. Arranjo**

101. Os tubos de gases de exaustão dos motores e caldeiras devem descarregar para fora da embarcação em locais que seja evitada a entrada de gases nas acomodações.

102. Quando o tubo de descarga lança os gases próximos à linha d'água, o arranjo deve impedir a entrada de água.

103. Sempre que possível, os tubos de gases de exaustão de cada motor ou caldeira devem ser levados separadamente para fora da embarcação. Quando eles forem interligados, devem ser previstos dispositivos que impeçam o retorno de gases para os motores ou caldeiras fora de serviço.

104. Devem ser instalados drenos nos tubos de gases de exaustão.

### **200. Proteção contra incêndio**

201. Tubos de gases de exaustão que passem em locais onde haja madeira, materiais inflamáveis ou onde seja perigosa a elevação de temperatura, devem ser adequadamente resfriados ou isolados. Deve ser evitada a proximidade de tubos de óleo combustível.

### **300. Silenciosos**

301. Na tubulação de gases de descarga dos motores recomenda-se a instalação de silenciosos, que serão arran-

jados de modo a permitir facilidade de drenagem e de acessos para limpeza e manutenção.

## **400. Isolamento térmico**

401. Tubulações de gases de exaustão devem ser isoladas e instaladas de forma que nenhum material inflamável possa entrar em ignição na instalação e que a praça de máquinas atenda à temperatura máxima ambiente das Regras.

402. Os materiais de isolamento devem ser não-inflamáveis. Onde vazamentos de óleo ou umidade possam atingir o isolamento, este deve ser adequadamente protegido por chapas metálicas.

## **G5. AR COMPRIMIDO**

### **100. Princípios**

101. O sistema de ar comprimido para partida dos motores de propulsão e para motores auxiliares para serviços essenciais deve garantir a possibilidade do enchimento inicial dos reservatórios de ar. Para tanto o sistema deve ser dotado de um compressor manual ou de um compressor com partida manual.

### **200. Reservatório de ar de partida**

201. A capacidade total dos reservatórios para os motores de propulsão deve ser tal que, para cada motor e sem re-enchimento, permita:

- a. 12 partidas dos motores reversíveis ou
- b. 6 partidas dos motores não reversíveis.

202. Quando a embarcação possuir mais que um motor por eixo, a capacidade dos reservatórios de ar poderá ser reduzida a critério do RBNA.

### **300. Compressores de ar**

301. No mínimo dois compressores, um dos quais deve ter acionamento independente, devem ser instalados para enchimento dos reservatórios de ar destinados à partida dos motores.

302. Quando os motores de propulsão tiverem potência maior que 149 kW (200 BHP) os compressores devem ter acionamento elétrico. Neste caso, se os motores auxiliares tiverem partida a ar devem ser instalados um compressor de acionamento manual e um reservatório de ar de partida.

303. Os compressores de ar devem ter capacidades para encher os reservatórios de ar de partida em 1 hora.

#### **400. Acessórios**

401. Os reservatórios de ar, compressores, tubulações e outros acessórios devem ser dotados de dispositivos adequados para evitar sobrepressão maior que 10% em qualquer ponto do sistema.

#### **G6. SISTEMAS DE AQUECIMENTO, VAPOR, ÁGUA DE ALIMENTAÇÃO E CONDENSADO**

##### **100. Aplicação**

101. As características destes sistemas devem ser apresentadas ao RBNA para aprovação.

#### **G7. ÓLEO TÉRMICO**

##### **100. Tubos**

101. Os tubos devem ser, preferencialmente, soldados, e com o menor número de peças.

102. As juntas serão compatíveis com a temperatura e natureza do óleo térmico.

103. O arranjo de tubos deve prever liberdade para expansão térmica. Eles não devem passar por acomodações e espaços de passageiros e de serviço. Se passarem por espaços de carga devem ter proteção. Na passagem por anteparas e convéses devem ter isolamento térmico.

104. A boca de suspiro deste sistema deve chegar a local onde não cause risco.

##### **200. Válvulas**

201. As válvulas serão de material dúctil para pressão nominal de 16 bar.

202. Na linha de pressão serão instaladas válvulas de retenção e na linha de retorno as válvulas terão dispositivo para retê-las na posição aberta.

##### **300. Bombas**

301. Deve haver duas bombas de circulação independentes.

302. Deve haver bomba para alimentação do tanque de expansão.

#### **G8. HIDRÁULICO DE FORÇA PARA SERVIÇOS ESSENCIAIS DE MAQUINARIA**

##### **100. Aplicação**

101. As características destes sistemas devem ser apresentadas ao RBNA para aprovação.

102. O cálculo da parede dos tubos deve ser feito conforme o subcapítulo D3 acima.

##### *Informação*

*Os serviços essenciais de maquinaria estão definidos como sendo aqueles que necessitam estar em operação contínua para manter a propulsão e o governo da embarcação:*

*Exemplos de equipamentos necessários para os serviços essenciais:*

- a. Máquina do leme*
- b. Sistemas de atuação para hélices de passo controlável*
- c. Ventiladores de exaustão, bombas de óleo combustível, bombas de óleo lubrificante e bombas de resfriamento para os motores principais e auxiliares*
- d. Propulsores azimutais que são os únicos meios de propulsão/governo juntamente com suas bombas de lubrificação e resfriamento.*
- e. Equipamento elétrico para a propulsão incluindo bombas de lubrificação e resfriamento*
- f. Geradores elétricos e fontes de alimentação associadas suprindo os equipamentos acima*
- g. Bombas hidráulicas suprindo os equipamentos acima*
- h. Sistemas de monitoramento e segurança para os equipamentos essenciais de maquinaria*
- i. Reguladores de velocidade dependentes de energia elétrica para os motores principais ou auxiliares*

*O sistema principal de iluminação para as regiões do navio normalmente acessíveis, utilizadas pela tripulação e passageiros também é considerado como essencial.*

##### *Fim da informação*

## CAPÍTULO H TUBULAÇÕES CONTRA POLUIÇÃO

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

#### H1. ESGOTO SANITÁRIO E ÁGUAS SERVIDAS

#### H2. ESGOTO OLEOSO

---

### H1. ESGOTO SANITÁRIO E ÁGUAS SERVIDAS

#### 100. Arranjo

101. As embarcações de carga ou de passageiros devem ser dotadas de:

a. Um tanque de coleta e armazenamento de águas servidas e esgoto sanitário;

b. Sistema para transferência do tanque de armazenamento para as instalações de recebimento em terra ou descarga pelo costado em áreas em que tal procedimento seja permitido.

102. O volume dos tanques de armazenamento de águas servidas e esgoto sanitário,  $V_{ww}$  deve ser calculado através da seguinte formulação;

$$V_{ww} = G_{ww} \cdot N \cdot T$$

$G_{ww}$  = água servida descarregada por pessoa por dia de acordo com as condições de operação;

$N$  = número máximo admissível de pessoas a bordo (passageiros e tripulantes);

$T$  = período entre descarregamento de tanques, em dias.

103. Os tanques devem ser dotados de um dispositivo que ative sinais sonoros e visuais no passadiço ou central de controle quando o nível de líquido atingir 80% da capacidade do tanque.

104. Os tanques devem ser dotados de instalações para a quebra de sedimentos e limpeza. A superfície interna do tanque deve ser lisa, com os elementos estruturais fixados no lado externo.

105. As embarcações devem ser dotadas de bombas para descarga do tanque de armazenamento. Embarcações de pequeno porte estão dispensadas da dotação dessas bombas.

106. A conexão de descarga deve estar em conformidade com os regulamentos nacionais e deve ser ainda flangeada ou do tipo de liberação rápida.

### 200. Unidade de tratamento de esgoto sanitário

201. O RBNA poderá permitir a utilização de unidade de tratamento de esgoto sanitário. Neste caso cada equipamento e componentes devem ser aprovados pelo RBNA.

#### H2. ESGOTO OLEOSO

#### 100. Arranjo

101. Todas as embarcações com  $AB > 20$  devem ser dotadas de um sistema de prevenção para evitar vazamentos de óleo do navio para o meio ambiente.

102. Bandejas coletoras de óleo: ver G1.300 acima.

103. Navios onde combustível líquido seja utilizado devem estar dotados de:

a. Tanques de coleta para a água oleosa;

b. Toda a água oleosa deve ser drenada para o tanque de coleta de água oleosa.

c. Conexão padrão para a descarga da água oleosa para instalações de coleta for a do navio

104. Os tanques de coleta de água oleosa devem ser dotados de:

a. Abertura para acesso e limpeza;

b. Tudo de suspiro com tela anti-chama descarregando para o ar aberto;

c. Um dispositivo que dispare um sinal sonoro e visual no passadiço ou central de controle quando o nível no tanque alcance 80% da capacidade máxima;

d. Um medidor de nível do líquido.

105. As conexões de descarga devem estar em conformidade com os requisitos locais, e podem ser do tipo flangeado ou de conexão rápida. As conexões flangeadas devem estar dotadas de uma flange com diâmetro externo de 215 mm e seis rasgos de 22 mm num círculo de diâmetro de 183 mm. to 125 mm, e devem ser fabricadas de aço ou material equivalente com face plana usinada. A flange, juntamente com a gaxeta de material resistente a óleo, deve ser projetada para uma pressão de trabalho de 0,6 Mpa. O acoplamento é efetuado por meio de seis parafusos de 20 mm de diâmetro de comprimento adequado. Conexões padrão de descarga devem ser dotadas de flange cego.

106. Engates rápidos devem estar em conformidade com padrões reconhecidos.

107. Deve ser instalado um botão de parada da bomba de transferência, quando houver, nas proximidades das conexões de descarga.

108. As instalações para esgoto das dalas da Praça de Máquinas devem ser dispostas de forma a não permitir a descarga inadvertida para o meio ambiente. Onde o sistema de drenagem está dotado de tubulação permanente com descarga pelo costado, essa tubulação deve ser dotada de dispositivos de fechamento selados na posição fechada.

#### *Informação*

*Tais dispositivos podem ser válvulas de fechamento no plano principal de esgoto das dalas onde sejam instalados lacres numerados, com os números registrados no Diário de Navegação.*

#### *Fim da informação*

109. Óleo usado oriundo da troca de óleo de equipamentos deve ser conduzido até um tanque de borra com capacidade mínima de 1,5 vezes o volume de óleo dos cárteres dos motores de combustão interna e outros equipamentos, aí incluídas as instalações hidráulicas.

110. Caso a quantidade total de óleo contida nos cárteres dos motores de combustão interna e outros equipamentos instalados, ultrapassar 300 litros, o tanque de borra não pode ser portátil e deve ser dotado de dispositivos que disparem um alarme visual e sonoro quando o nível do líquido alcance 80% da capacidade do tanque.

111. Para navios operados em distâncias curtas, tais como ferry boats, o RBNA pode dispensar os requisitos para os reservatórios descritos em H2.109 acima.

### **200. Requisitos para separadores de água e óleo**

201. O RBNA pode permitir a utilização de separadores de água e óleo. Nesse caso, o equipamento e seus componentes devem estar conformes com os regulamentos aplicáveis. Certificações de equipamentos conforme requisitos da IMO serão aceitos.

## **CAPÍTULO T TESTES**

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

- T1. ABORDAGEM
- T2. TUBULAÇÕES
- T3. EQUIPAMENTOS
- T4. ACESSÓRIOS

### **T1. ABORDAGEM**

#### **100. Aplicação a todas as redes**

101. As tubulações, equipamentos e acessórios devem ser testados hidrostaticamente, após a montagem, e, periodicamente, com pressão hidráulica igual a 1,5 (uma e meia) vezes a pressão de serviço.

### **T2. TUBULAÇÕES**

#### **100. Tubulação com pressão de serviço acima de 10 bar (10,2 Kgf/cm<sup>2</sup>)**

101. Estas tubulações devem ser testadas na oficina após a fabricação.

102. Após instaladas a bordo, com todos os acessórios, elas devem ser testadas com uma pressão não menor que as dadas a seguir:

a. 1,25 vezes a pressão de projeto, se houver junta soldada a bordo;

b. a pressão de abertura dos dispositivos de proteção contra sobrepressão, nos outros casos ou quando as juntas soldadas a bordo tiverem sido submetidas a testes não destrutivos.

#### **200. Tubulações de carga ou de óleo combustível**

201. Após instalação a bordo, devem ser testadas com uma pressão de 1,5 vezes a pressão de serviço, mas não menos que 4 bar (4,07 kgf/cm<sup>2</sup>).

#### **300. Serpentinhas de vapor**

301. Após sua instalação a bordo, devem ser testadas com uma pressão igual a duas vezes a pressão de serviço.

#### **400. Tubulações de baixa pressão de serviço**

401. Tubulações de esgoto, lastro, sondagem e outras de baixa pressão de serviço são testadas, após sua instalação a

bordo, no mínimo, com uma pressão hidráulica no mínimo igual à máxima de serviço.

### **T3. EQUIPAMENTOS**

#### **100. Bombas, compressores, trocadores de calor, etc.**

101. Devem ser testados com uma pressão hidráulica não menor que 1,5 vezes sua pressão de serviço.

### **T4. ACESSÓRIOS**

#### **100. Válvulas, filtros, etc.**

101. Devem ser testados com uma pressão hidráulica não menor que 1,5 vezes sua pressão de serviço.

Rgim16pt-pII11s6-abcdefght-00