

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

### TÍTULO 46 DIQUE FLUTUANTE

#### SEÇÃO 2 ESTRUTURA

##### CAPÍTULOS

- A ABORDAGEM
- B DOCUMENTOS, REGULAMENTAÇÃO E  
NORMAS
- C MATERIAIS E MÃO DE OBRA
- D PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO  
- Ver Título 11
- E PRINCÍPIOS DE PROJETO DOS SISTEMAS  
ESTRUTURAIS LOCAIS  
- Ver Título 11
- F DIMENSIONAMENTOS POR SISTEMAS DA  
ESTRUTURA
- G PRINCÍPIOS DE PROJETO DA VIGA NAVIO
- H DIMENSIONAMENTO GLOBAL DA VIGA  
NAVIO
- I COMPLEMENTOS DA ESTRUTURA  
- Ver Título 11
- T INSPEÇÕES E TESTES  
- Ver Título 11



**CONTEÚDO**

**CAPÍTULO A ..... 5**

**ABORDAGEM ..... 5**

**A1. APLICAÇÃO ..... 5**

100. Tipos de missões de navios ..... 5

200. Proporções do casco ..... 5

**A2. DEFINIÇÕES ..... 5**

**A3. TOPOLOGIAS ..... 5**

**CAPÍTULO B ..... 5**

**ABORDAGEM ..... 5**

**B1. DOCUMENTAÇÃO PARA O RBNA ..... 5**

100. Planos e Documentos ..... 5

200. Documentos de componentes ..... 5

300. Documentos de mão-de-obra ..... 6

**B2. REGULAMENTOS ..... 6**

100. Borda livre para a estrutura ..... 6

**B3. NORMAS ..... 6**

**CAPÍTULO C ..... 6**

**MATERIAL E MÃO-DE-OBRA ..... 6**

**C1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE**

**MATERIAIS DA ESTRUTURA ..... 6**

**100. Aços em geral ..... 6**

200. Aço estrutural ..... 6

**C2. MÃO-DE-OBRA ..... 6**

100. Qualificação ..... 6

200. Soldadores ..... 6

**CAPÍTULO F ..... 6**

**DIMENSIONAMENTOS POR SISTEMAS DA**

**ESTRUTURA ..... 6**

**F1. FUNDO E FUNDO DUPLO ..... 6**

200. Espessura do fundo a meia nau ..... 7

300. Quilha ..... 7

400. Escoas, cavernas, longarinas ..... 7

500. Hastilhas, longitudinais, e vigas primárias:

longarinas e hastilhas gigantes de fundo dos pontões ..... 7

600. Espessura de teto de pontão ..... 8

700. Vaus, longitudinais, e vigas primárias:

sicordas e gigantes de teto de pontão ..... 8

**F2. ANTEPARAS ..... 8**

100. Definições ..... 8

200. Carregamentos ..... 8

300. Espessura de AECs ..... 8

400. Prumos de AECs ..... 8

500. Disposições para ATQs ..... 8

600. Espessura de ATQs ..... 8

700. Prumos de ATQs ..... 8

800. Tanques avulsos ..... 8

**F3. COSTADO ..... 8**

100. Espessura do costado ..... 8

200. Cavernas ..... 8

300. Cavernas horizontais ..... 8

400. Escoas que suportam cavernas verticais ..... 9

500. Cavernas gigantes ..... 9

600. Cavernas reforçadas ..... 9

100. Espessura de convés dos pontões nas extremidades ..... 9

200. Espessura de convés dos pontões à meia nau ..... 9

300. Espessura de convés de cobertura ..... 9

400. Vaus e vigas transversais ..... 9

500. Longitudinais e sicordas ..... 9

600. Pilares ..... 9

**F5. ESTRUTURA DE POPA ..... 10**

**F6. ESTRUTURA DE PROA ..... 10**

**F7. SUPERESTRUTURAS E CASARIAS ..... 10**

**F8. RESUMO DE FÓRMULAS PARA**

**DIMENSIONAMENTO LOCAL ..... 10**

**CAPÍTULO G ..... 10**

**PRINCÍPIOS DE PROJETO DA VIGA NAVIO ..... 10**

**G1. ABORDAGEM ..... 10**

100. Aplicação ..... 10

**G3. CARREGAMENTOS DA ESTRUTURA**

**GLOBAL ..... 11**

100. Momento fletor longitudinal total ..... 11

200. Momento em águas calmas ..... 11

300. Momento em ondas ..... 12

400. Forças de cisalhamento ..... 12

**CAPÍTULO H ..... 12**

**DIMENSIONAMENTO GLOBAL DA VIGA NAVIO**

**..... 12**

**H1. RESISTÊNCIA DA SEÇÃO MESTRA ..... 12**

**H2. VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA**

**LONGITUDINAL ..... 12**

100. Tensões ..... 12

**H3. TENSÃO LONGITUDINAL ..... 12**

100. Condições operacionais e limites de tensões ..... 12

200. Módulo de seção e momento em águas

calmas admissível ..... 13

300. Deflexão ..... 13

**H4. RESISTÊNCIA À FLEXÃO**

**VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA**

**TRANSVERSAL ..... 13**

100. Carregamento transversal ..... 13

200. Momento fletor positivo máximo ..... 13

300. Carregamento de 50% nos picadeiros e 50%

nos berços ..... 14

400. Carregamento parcial com condição de

altura máxima de carga hidrostática ..... 14



## CAPÍTULO A ABORDAGEM

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

- A1. APLICAÇÃO
- A2. DEFINIÇÕES  
- Ver Título 46, Seção 1
- A3. TOPOLOGIAS  
- Ver Título 46, Seção 1

### A1. APLICAÇÃO

#### 100. Tipos de missões de navios

101. Estas Regras aplicam-se às estruturas de embarcações de seu Título 46, dique flutuante, conforme definido em sua Parte 1, Seção 1.

#### 200. Proporções do casco

201. Estas Regras são desenvolvidas para proporções entre as dimensões do casco obedecendo às seguintes relações limites:

**TABELA T.A1.201.1 – RELAÇÕES GEOMÉTRICAS**

ZONA DE NAVE- GAÇÃO	CONFIGURAÇÃO			
	B- CONVÉS ABERTO		A- CONVÉS FECHADO	
	L/D	B/D	L/D	B/D
<b>I1</b>	≤ 22	≤ 6	≤ 30	≤ 7
<b>I2</b>	≤ 20	≤ 5	≤ 25	≤ 6

### A2. DEFINIÇÕES

Ver Parte II, Título 46, Seção 1 das presentes Regras

### A3. TOPOLOGIAS

Ver Parte II, Título 46, Seção 1 das presentes Regras

## CAPÍTULO B ABORDAGEM

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

- B1. DOCUMENTAÇÃO PARA O RBNA
- B2. REGULAMENTOS
- B3. NORMAS

### B1. DOCUMENTAÇÃO PARA O RBNA

#### 100. Planos e Documentos

101. Os documentos da estrutura do navio a aprovar pelo RBNA, em lista não exclusiva, são:

a. perfil estrutural, com conveses, fundo e fundo duplo, contendo:

dados referentes ao posicionamento e carregamento dos picadeiros e berços;.

b. seção mestra e seções típicas, contendo:

dimensões principais;  
calado estrutural máximo;  
espaçamento dos membros longitudinais e transversais;  
menção da CLASSE selecionada, (com a as notações de zona de navegação de serviço/atividade,; e  
massa das âncoras, e especificação das amarras e do equipamento de fundeio, amarração e reboque;

c. anteparas estanques comuns e anteparas de tanques, com indicação de altura de ladrões e suspiros;

d. estruturais dos costados duplos e pontões;

e. casarias;

f. adendos da estrutura, como braçolas de escotilhas, mastros; borda falsa, jazentes de motores e de equipamentos importantes com estrutura adjacente e detalhes; e

g. Resistência longitudinal e momento fletores, cortantes e módulo de seção mestra; e

h. Esquemas de chanfros e soldagem

#### 200. Documentos de componentes

201. Fazem parte da documentação os certificados de inspeções e testes de materiais e componentes da estrutura, fornecidos pelo RBNA.

### 300. Documentos de mão-de-obra

301. Fazem parte da documentação os certificados de inspeções e testes de mão-de-obra (soldadores onde pertinente) empregada na estrutura, fornecidos pelo RBNA.

## B2. REGULAMENTOS

### 100. Borda livre para a estrutura

101. O dimensionamento estrutural será verificado para o calado máximo requerido pela aplicação do regulamento de borda livre ou pelo calado indicado pelo projetista.

102. O RBNA verifica o cálculo de borda livre de acordo com a NORMAM 02, Capítulo 6.

## B3. NORMAS

101. São utilizadas normas industriais de materiais e de construção, com devido controle da aplicabilidade pelo RBNA.

## CAPÍTULO C MATERIAL E MÃO-DE-OBRA

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

C1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE MATERIAIS DA ESTRUTURA

C2. MÃO-DE-OBRA

---

### C1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE MATERIAIS DA ESTRUTURA

#### 100. Aços em geral

101. Todo aço empregado na estrutura e seus complementos, na construção ou reparo, em partes compreendidas âmbito da classificação, serão testados na presença do vistoriador a fim de comprovar o atendimento aos requisitos destas Regras na Parte III Título 61 Seção 2.

102. Outros materiais e equipamentos com características diferentes das especificadas nas Regras poderão ser utilizadas mediante a comprovação de identificação de características pelo vistoriador e aprovação especial do RBNA para aplicação desejada.

### 200. Aço estrutural

201. O aço a ser empregado nas embarcações é o aço naval comum, conforme Parte III Título 61 Seção 2, que segue a norma ASTM A-131.

202. Poderá ser aceito aço a partir da norma ASTM – A36 sendo que, para a menção I2, será mediante testes e certificados de conformidade com a norma A-131.

## C2. MÃO-DE-OBRA

### 100. Qualificação

101. Estas Regras pressupõem pessoal com a formação profissional adequada para a construção da estrutura do casco.

### 200. Soldadores

201. Os soldadores empregados na obra devem ser qualificados pelo RBNA para os tipos de soldagem que executarem, conforme apresentado na Parte III Título 61 Seção 2.

## CAPÍTULO F DIMENSIONAMENTOS POR SISTEMAS DA ESTRUTURA

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

F1. FUNDO E FUNDO DUPLO

F2. ANTEPARAS

F3. COSTADO  
- Ver Título 11

F4. CONVÉS

F5. ESTRUTURA DE POPA  
- Ver Título 11

F6. ESTRUTURA DE PROA  
- Ver Título 11

---

### F1. FUNDO E FUNDO DUPLO

#### 100. Espessura do fundo nas extremidades

101. Em diques em que pontões e/ou costados duplos sejam contínuos, será no mínimo o maior dos seguintes valores, em mm:

$$= 0,591.L^{0,585}$$

$$= 0,006 \times E \times \sqrt{d}$$

$$= 0,01 \times E$$

sendo E o espaçamento de enrijecedores em mm.

102. Para pontões ou costados duplos descontínuos aplicam-se as fórmulas acima.

### 200. Espessura do fundo a meia nau

201. Em diques em que pontões e/ou costados duplos sejam contínuos, a espessura do fundo a meia nau: será no mínimo igual à espessura nas extremidades ou aos seguintes valores:

$$e = E \cdot \sqrt{\frac{L_D}{k}} + c, \text{ em mm}$$

c = 4, 0 para sistema transversal;

c = 3, 0 para sistema longitudinal.

para I1:  $e = 0,1 \times L + 0,007 \times (E - E_0) + 1,5$  mm

Para I2:  $e = 0,1 \times L + 0,007 \times (E - E_0) + 2,0$  mm

202. Em embarcações que possam encalhar em serviço, a espessura não deve ser menor que a dada pela equação:

$$e = 0,07 \times L + 5 \quad \text{mm}$$

### 300. Quilha

301. A largura de chapa deve ser  $0,1 \times B$  ou 900 mm.

302. A espessura será no mínimo igual à espessura do fundo mais um acréscimo de cerca de 10 % para desgaste devido às docagens.

### 400. Escoas, cavernas, longarinas

$$W = 7hEl^2, \text{ em cm}^3$$

onde:

h = para tanques de lastro, o maior dos seguintes valores, em m medidos no centro do vão l considerado.

A um ponto localizado a 2/3 da distância localizada no topo do tanque ao topo do overflow.

2,5 m

= A máxima linha de imersão, para os pontões e o chapeamento do pontão.

E = E: espaçamento de enrijecedores em m;

l = vão da viga, em m

### 500. Hastilhas, longitudinais, e vigas primárias: longarinas e hastilhas gigantes de fundo dos pontões

501. Serão utilizadas longarinas ou hastilhas gigantes com espaçamento que não excedam os seguintes valores:

- a. em convés aberto: 2,5 m; e
- b. em convés fechado: Dp.

onde:

Dp é o pontal do pontão.

502. O módulo necessário é calculado pela equação do Sub-Capítulo E4..

503. Para longitudinais e longarinas, usar a equação:

$$W = \frac{83,3}{21 - \sigma} \cdot p \cdot E \cdot I^2, \text{ em cm}^3$$

sendo :

E = o espaçamento de enrijecedores em m;

l = vão da viga, em m;

p = pressão em ton/m<sup>2</sup> equivalente às seguintes alturas:  
 = o maior dos seguintes valores, em m medidos no centro do vão l considerado.  
 = um ponto localizado a 2/3 da distância localizada no topo do tanque ao topo do ladrão.  
 = 2,5 m  
 = a máxima linha de imersão, para os pontões e o chapeamento do pontão.

σ = tensão de flexão da viga navio no fundo, em daN/mm<sup>2</sup>; nos casos em que σ não for calculado, fazer σ = 9.

504. Os vãos serão definidos pelos apoios dos elementos estruturais que as suportem, tais como pilares, prumos gigantes de anteparas ou outras vigas.

505. A cada dois enrijecedores do fundo deve ser colocada, na alma da hastilha ou longarina, barra enrijecedora de mesma espessura da hastilha ou longarina e largura de 8 vezes a espessura.

## 600. Espessura de teto de pontão

601. A espessura é o maior dos valores em mm:

$$e = 0,01 \times E$$

$$e = 0,0042 \times E \times \sqrt{p - 0,4} + c$$

onde:

c= 4,0 para sistema transversal

c= 3,0 para sistema longitudinal

sendo E o espaçamento de enrijecedores em mm, tomado com o mínimo de 500 e onde “e” não será menor do que:

- a espessura do fundo; e
- a espessura de antepara de tanque (ATQ) + 1,0.

## 700. Vaus, longitudinais, e vigas primárias: sicordas e gigantes de teto de pontão

701. O módulo necessário para as vigas do teto do pontão será calculado pela equação do Sub-Cap. E4., levando em conta os carregamentos respectivos do Sub-Capítulo E3. Para longitudinais do teto aplicar o parágrafo 503. deste Sub- capítulo.

## F2. ANTEPARAS

### 100. Definições

101. Termos aqui utilizados:

**AEC** - antepara estanque comum - construída somente para subdivisão da embarcação ou para separação de porões, sem pressão contínua de líquido.

**ATQ** - antepara de tanque - construída para formar tanques, isto é, sujeita à pressão de líquidos; neste caso devem ser indicadas nos planos as alturas de ladrões e suspiros ou regulagens de válvulas de pressão

### 200. Carregamentos

201. Será expresso em t/m<sup>2</sup>, pelo número correspondente à altura de carga, em metros, medida do elemento estrutural considerado, até um ponto localizado do seguinte modo:

Tipo	Altura
<b>AEC</b>	nível do convés principal
<b>ATQ</b> (o maior valor)	0,6 m acima do ladrão ou do convés principal ou do convés-tronco; 1,2 m acima do teto do tanque

## 300. Espessura de AECs

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F2. das presentes Regras.

## 400. Prumos de AECs

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F2. das presentes Regras

## 500. Disposições para ATQs

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F2. das presentes Regras

## 600. Espessura de ATQs

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F2. das presentes Regras

## 700. Prumos de ATQs

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F2. das presentes Regras

## 800. Tanques avulsos

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F2. das presentes Regras

## F3. COSTADO

### 100. Espessura do costado

101. Em dique de costado contínuo a espessura nas extremidades seguirá a prescrita para fundo de pontão contínuo.

### 200. Cavernas

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F3. das presentes Regras

### 300. Cavernas horizontais

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F3. das presentes Regras



**400. Escoas que suportam cavernas verticais**

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F3. das presentes Regras

**500. Cavernas gigantes**

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F3. das presentes Regras

**600. Cavernas reforçadas**

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F3. das presentes Regras

**F4. CONVÉS DOS PONTÕES**

**100. Espessura de convés dos pontões nas extremidades**

101. Será no mínimo o maior dos seguintes valores, em mm:

$$= 0,591.L^{0,585}$$

$$= 0,006.E.\sqrt{d}$$

$$= 0,01 \times E$$

**200. Espessura de convés dos pontões à meia nau**

201. Será no mínimo igual à espessura nas extremidades ou ao maior dos seguintes valores:

$$e_{cr} = 0,01.E.\sqrt{p}$$

$$= 0,066 \times L + 3,5 \text{ (para sistema transversal)}$$

$$= 0,066 \times L + 2,5 \text{ (para sistema longitudinal)}$$

= necessária para atender ao módulo resistente da seção mestra, prescrito nesta Seção.

$$e = E.\sqrt{\frac{L_D}{k}} + c, \text{ em mm}$$

$$c = 4,0 \text{ para sistema transversal;}$$

$$c = 3,0 \text{ para sistema longitudinal}$$

$$e = 0,066 \times L + 3,5 \text{ (para sistema transversal)}$$

$$= 0,066 \times L + 2,5 \text{ (para sistema longitudinal)}$$

202. Em embarcações em que o modo de distribuição de carga não for homogêneo, a espessura deve ser verificada para esta condição.

**300. Espessura de convés de coberta**

301. Será no mínimo igual à espessura nas extremidades ou ao maior dos seguintes valores:

$$e_{DC} = 0,009 \times E$$

$$= 0,01 \times E \times \sqrt{p}$$

**400. Vaus e vigas transversais**

401. O módulo resistente de vigas transversais do convés resistente, isto é, vaus e vaus gigantes, e de vigas dos demais conveses, é calculado pela equação do item E4.

402. O valor mínimo do vão para a equação citada acima é  $0,2 \times B$ .

403. Em embarcações em que o modo de distribuição de carga não for homogêneo, o módulo das vigas deve ser verificado para esta condição.

**500. Longitudinais e sicordas**

501. O módulo necessário de vigas longitudinais do convés resistente, isto é, longitudinais e sicordas, é calculado pela equação:

$$W = \frac{83,3}{\sigma} . q . l^2$$

$$W = \frac{83,3}{21 - \sigma} . p . E . l^2 \text{ em cm}^3$$

onde:

E - o espaçamento de enrijecedores em m;

p= carregamento para o convés considerado, em ton/m<sup>2</sup>

$\sigma$ = tensão de flexão da viga navio no convés, em daN/mm<sup>2</sup>, de acordo com o Tópico H2.101. nos casos em que  $\sigma$  não for calculado, fazer  $\sigma = 9$ .

502. Para vigas em conveses limites de tanques, o módulo deve ser verificado pelas prescrições para anteparas de tanque.

**600. Pilares**

601. Em interior de tanques os pilares não devem ser de seção oca, que ficam sem solda internas nas conexões e para evitar infiltração de líquido.

602. A carga suportada por um pilar, em t, é dada pela equação:

$$P_a = p \cdot A_c + P_i$$

onde:

p: carregamento da área suportada em t/m<sup>2</sup>

A<sub>c</sub>: área suportada pelo pilar considerado

P<sub>i</sub>: carregamento de pilares acima do pilar considerado, se existentes

603. A carga admissível sobre um pilar é dada pela equação:

$$P_s = \left(1,26 - 4,2 \frac{l}{r}\right) \cdot A_p$$

P<sub>s</sub> = carregamento suportado pelo pilar, em toneladas

l = comprimento do pilar, em m

I = menor momento de inércia da seção transversal em cm<sup>4</sup>

A<sub>p</sub> = área da seção transversal do pilar, em cm<sup>2</sup>

r = Raio de giração mínimo da seção transversal do pilar, em cm:

$$r = 10 \cdot \sqrt{\frac{I}{A}}$$

## F5. ESTRUTURA DE POPA

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F5. das presentes Regras

## F6. ESTRUTURA DE PROA

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F6. das presentes Regras

## F7. SUPERESTRUTURAS E CASARIAS

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F7. das presentes Regras

## F8. RESUMO DE FÓRMULAS PARA DIMENSIONAMENTO LOCAL

Ver Parte II Título 11 Seção 2 Sub-capítulo F8. das presentes Regras

## CAPÍTULO G PRINCÍPIOS DE PROJETO DA VIGA NAVIO

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

G1. ABORDAGEM

G2. CONFIGURAÇÃO DA ESTRUTURA GLOBAL

G3. CARREGAMENTOS DA ESTRUTURA GLOBAL

### G1. ABORDAGEM

#### 100. Aplicação

101. A resistência longitudinal é calculada para as condições de carregamento indicadas na Parte II Título 46 Seção 1 Parágrafo H3.301. das presentes Regras.

102. A resistência transversal é calculada para as condições de carregamento indicadas na Parte II Título 46 Seção 1 Parágrafo H3.201. das presentes Regras.

### G2. CONFIGURAÇÃO DA ESTRUTURA GLOBAL

#### 100. Pontões

101. Em construções com treliças longitudinais ou transversais, elas devem ser arrançadas de modo que o vão das vigas por elas suportadas não seja maior que 4,00 metros.

102. Quando a razão L/Dp for maior que 18 deve haver pelo menos uma treliça longitudinal de cada bordo. Quando esta razão for maior que 22 deve haver pelo menos duas treliças longitudinais de cada bordo. As diagonais adjacentes devem ter inclinações contrárias e área mínima igual à metade da área do pilar.

#### 200. Costados

201. Em costados duplos, em princípio, serão colocadas em intervalos máximos de 5 cavernas ou 3 m, o que for menor, com altura de alma o dobro da caverna comum e módulo 4 vezes maior. Elas devem compor, juntamente com hastilhas gigantes e vaus gigantes de módulos equivalentes, um anel estrutural.

202. O caso de costados duplos descontínuos será objeto de análise especial do RBNA.

### G3. CARREGAMENTOS DA ESTRUTURA GLOBAL

#### 100. Momento fletor longitudinal total

101. O momento fletor longitudinal total é a soma do momento em águas calmas com o momento causado por ondas, para um determinado carregamento.

102. O momento fletor é calculado para as condições de carregamento indicadas Parte II Título 46 Seção 1 Tópicos H3.200. e H3.300. das presentes Regras.

#### 200. Momento em águas calmas

201. O momento em águas calmas  $M_c$  é calculado a partir da distribuição de carga e do peso leve, indicados no folheto de carregamento, nas condições de partida, de chegada ou de serviço, com carga ou lastro, com indicação de dados e do método de cálculo utilizado.

202. O cálculo deve partir das ordenadas de carga por metro, inserindo valores antes e depois de anteparas, ou outros marcos, onde o carregamento varie descontinuamente.

203. Onde especialmente requerido, o projeto estrutural do dique flutuante pode baseado em  $L_s/L_D = 1,0$ . Porém em cada caso uma notação com características especiais poderá assumida como segue:

- a. o dique flutuante projetado para todas capacidades de içamento, somente quando o navio possuir comprimento igual ao comprimento do dique.
- b. capacidades de levantamento em outras relações  $L_s / L_D$  terá de ser indicado durante a apresentação dos planos.

204. A distribuição de flutuação do dique flutuante pode ser assumida retangular ao longo do seu comprimento  $L_D$ .

205. A curva de peso do dique flutuante pode ser tomado como um retângulo com uma parábola sobreposta de metade da área do retângulo, o comprimento de cada área a ser tomado como  $L_s$ , de acordo com a figura F.G3.206.1.

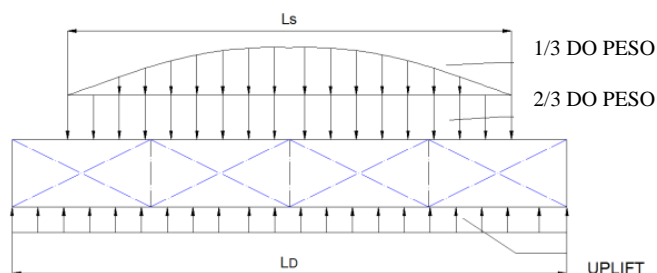
206. Para condições normais, para dique com capacidade de içamento inferior a 40.000 toneladas,  $L_s$  pode ser assumida como:

$$L_s = 0,8 L_D$$

$L_s =$  o comprimento entre perpendiculares do navio, cujo deslocamento é igual à capacidade de elevação do dique, conforme mostrado na figura F.H2.602.1

- b. capacidades de levantamento em outras relações  $L_s / L_D$  deverá de ser indicado durante a apresentação dos planos.

FIGURA F.G3.206.1. – DISTRIBUIÇÃO DE PESOS



onde:

$L_s =$  o comprimento entre perpendiculares do navio cujo deslocamento é igual à capacidade de elevação dado dique flutuante, em metros.

207. Para diques flutuantes com capacidade de elevação superior a 40.000 toneladas a relação  $L_s / L_D$  pode ser assumida como em conformidade com o T.H2.603.1 tabela:

TABELA T.G3.207.1. CAPACIDADE DE ELEVACÃO  $L_s/L_D$

L.C	$L_s/L_D$
40.000	0,8000
42.000	0,8104
44.000	0,8208
46.000	0,8305
48.000	0,8403
50.000	0,8500
52.000	0,8568
54.000	0,8656
56.000	0,8716
58.000	0,8798
60.000	0,8880
62.000	0,8944
64.000	0,9008
66.000	0,9072
68.000	0,9072
70.000 e acima	0,9200

### 300. Momento em ondas

301. O momento em ondas a ser computado é o da Menção de Classe II.

302. Para a condição eventual de transporte por mar do local de construção para o local de operação, verificar o momento de onda da Menção O1 das Regras do RBNA para navegação em Mar Aberto, conjugado com o momento em águas calmas da condição de navio leve.

### 400. Forças de cisalhamento

401. Calcular as forças de cisalhamento para as condições de carregamento indicadas acima.

## CAPÍTULO H DIMENSIONAMENTO GLOBAL DA VIGA NAVIO

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

H1. RESISTÊNCIA DA SEÇÃO MESTRA  
- Ver Título 11

H2. VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA  
LONGITUDINAL

H3. VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA  
TRANSVERSAL

### H1. RESISTÊNCIA DA SEÇÃO MESTRA

Ver Parte II, Título 11, Seção 2, Sub-capítulo H1

### H2. VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA LONGITUDINAL

#### 100. Tensões

101. As tensões nos diversos elementos não devem ultrapassar os valores:

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma^2 + 3 \times \tau^2} \leq 128 \text{ N/mm}^2$$

(13 kgf/mm<sup>2</sup>)

$$\sigma \leq 0,60 \times \sigma_y$$

$$\tau \leq 0,40 \times \sigma_y$$

onde  $\sigma_y$  é a tensão de escoamento.

### H3. TENSÃO LONGITUDINAL

#### 100. Condições operacionais e limites de tensões

100. A tensão longitudinal do dique deve ser verificada para a condição em que o dique suporta o navio de menor dimensões cujo peso é igual à capacidade de elevação nominal do dique flutuante. A rigidez do navio ancorado não deve ser considerada neste cálculo.

102. Em nenhum ponto dos picadeiros, a tensão resultante devido à flexão deve ser inferior aos seguintes valores:

a. para o aço estrutural comum:

$$\sigma = 120 \text{ (N/mm}^2\text{) /}$$

b. para aços de alta resistência

$$\sigma = 110 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

103. Alcançando os níveis de água de lastro disponíveis nos compartimentos do fundo a condição em que o lastro esteja igualmente distribuído ao longo do comprimento do dique deve ser verificada. A tensão de flexão resultante não deve ser superior a 160 N/mm<sup>2</sup> ( para aços comuns) ou 140 ( N / mm<sup>2</sup> para aços de alta resistência).

104. A análise requerida em H2.107 pode ser omitida se pelo menos dos diferentes tipos de deflexão, operando independentemente e indiquem as máximas deflexões admissíveis for indicada de maneira que as tensões não excedam os valores especificados em H2.102.

105. Nos locais onde a tensão longitudinal devido as condições de reboque em águas abertas deve ser considerado nos cálculos os comprimentos e alturas de onda, dependendo da rota de viagem e período do ano.

106. Deve ser assumido que o comprimento de onda como sendo igual ao comprimento do dique flutuante.

107. Os seguintes valores de tensão admissível, deverão ser utilizados na análise:

$$\sigma_{perm} = 180 \text{ (N / mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_{perm} = 160 \text{ (N / mm}^2\text{)}$$

108. Quanto o menor valor do momento fletor for alcançado através da água de lastro disponível e níveis de água desiguais nos compartimentos do fundo do dique flutuante, a condição em que a água de lastro está igualmente distribuída ao longo do comprimento do dique flutuante deve também ser verificada o valor não deve exceder o especificado no item H3.202 de acordo com o tipo de aço.

### 200. Módulo de seção e momento em águas calmas admissível

201. Os escantilhões de elementos resistentes estruturais, com suas formas a serem consideradas nos cálculos, são os contínuos por 0,4 L a meio comprimento do dique.

202. Caso se pretenda operar o dique flutuante com água de lastro igualmente distribuída ao longo do seu comprimento, o módulo de seção mínimo requerido no fundo ou no convés superior do pontão pode ser obtida através da seguinte formulação:

$$W_{\min} = 0,09.L_C.(L_D - 0,917L_S), \text{ em cm}^2.m$$

onde:

$L_C$  = capacidade de içamento do dique flutuante, em toneladas;

$L_D$  = comprimento do dique flutuante, em m;

$L_S$  = comprimento da embarcação docada, podendo ser assumido o valor especificado em m.

203. Quando for previsto a operação do dique em condições normais com compartimentos de lastro vazios o módulo de seção mínima não deve ser inferior ao fornecido através da seguinte equação:

$$W_{\min} = 0,06.L_C.(L_D - 0,917L_S), \text{ em cm}^2.m$$

onde:

$L_C$  = capacidade de içamento do dique flutuante, em toneladas;

$L_D$  = comprimento do dique flutuante, em m;

$L_S$  = comprimento da embarcação docada, podendo ser assumido o valor especificado em m.

204. Ao se determinar as tensões admissíveis induzidas devido a flexão longitudinal, devem ser investigadas as tensões críticas de flambagem para todos os painéis de chapeamento que estejam em estado de compressão.

### 300. Deflexão

301. Deve ser realizado o monitoramento da flexão longitudinal para dique.

302. O projetista deve calcular as deflexões no dique que produz as máximas tensões admissíveis.

303. Em geral, dois métodos de deflexão independentes devem ser disponíveis com controle de deflexão para o dique flutuante projetado a operar sem a água de lastro utilizada diferencial.

304. As leituras de um dos sistemas instalados deve ser exibido em uma placa de indicadora na sala de controle do dique flutuante.

305. Serão levados em consideração apenas um sistema de controle de deflexão para o dique flutuante para operar sem o uso diferencial de lastro. Este sistema poderia então ser do tipo óptico.

306. Em todos os casos os métodos de monitoramento e limites de deflexão em serviço devem ser submetidos para aprovação. Em geral estes métodos devem incluir arranjos alarmes visuais e audíveis, o procedimento para o controle de lastro a prevenir as máximas deflexões admissíveis são excedidas.

307. As deflexões no convés devem ser monitoradas através de dos sistemas independentes e lidas na sala de controle do dique.

308. Para diques flutuantes com comprimento inferior a 50 metros, pode ser avaliado um sistema que limita as tensões na estrutura.

## H4. RESISTÊNCIA À FLEXÃO VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA TRANSVERSAL

### 100. Carregamento transversal

101. Anteparas transversais (estanques e não-estanques) e / ou vigas transversais garantem a resistência do dique à flexão transversal.

102. Pelo menos quatro condições de carregamento distintas devem ser investigadas na análise da tensão transversal induzida na estrutura.

a. momento fletor positivo máximo;

b. carregamento de 50% nos picadeiros e 50% nos berços;

c. carregamento parcial, com condição de altura máxima de carga hidrostática;

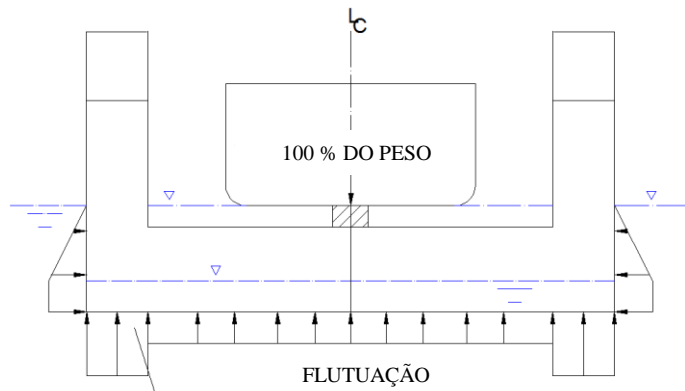
d. momento fletor negativo;

### 200. Momento fletor positivo máximo

201. O momento fletor transversal positivo máximo ocorre quando o nível da água exterior está no no nível do topo dos picadeiros. Neste momento, 100% do peso do navio está nos

**FIGURA F.H3.201.1. CARREGAMENTO PARA 100% NOS PICADEIROS**

Neste caso o chapeamento do fundo do pontão fica em compressão que deve ser verificada quanto à flambagem.

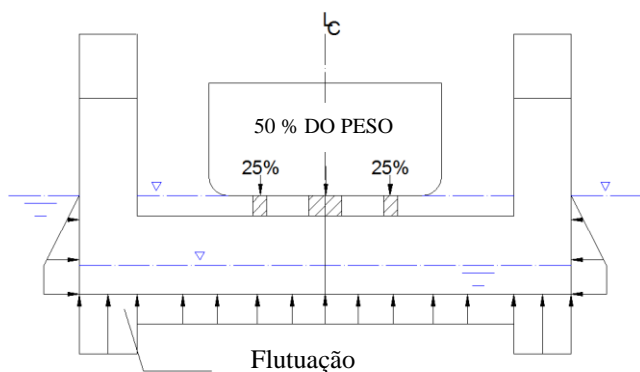


Rgim16pt-pIII46s2-abcfgh-00

**300. Carregamento de 50% nos picadeiros e 50% nos berços**

301. Outras combinações de carregamento dos picadeiros e berços devem ser analisadas se a embarcação docada apresentar alto carregamento nos berços.

**FIGURA F.H3.301.1. CARREGAMENTO DE 50% NOS PICADEIROS E 50% NOS BERÇOS**



**400. Carregamento parcial com condição de altura máxima de carga hidrostática**

401. O carregamento parcial, com condição de altura máxima de carga hidrostática é o ponto em que a máxima carga hidrostática ocorre no costado do dique.

402. Embora a carga na linha de centro seja apenas uma parcela da carga total da embarcação, e o momento fletor não seja grande como no primeiro caso, as tensões de flexão, quando combinadas com as tensões locais causadas pela pressão da altura hidrostática podem ser as mais severas.

403. isto ocorre quando o nível de água interna atinge a altura máxima nos costados.

**500. Momento fletor negativo**

501. Isto ocorre quando em algum momento há um compartimento deslastrado provendo empuxo em uma área onde não há peso de navio atuando, como em uma parte não atuante de um compartimento parcialmente cheio.