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

TÍTULO 43 DRAGAS E BATELÕES

SEÇÃO 2 ESTRUTURA

CAPÍTULOS

A ABORDAGEM

B DOCUMENTOS, REGULAMENTAÇÃO E NORMAS
- Ver Título 11

C MATERIAIS E MÃO DE OBRA
- Ver Título 11

D PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO
- Ver Título 11

E PRINCÍPIOS DE PROJETO DOS SISTEMAS ESTRUTURAIS LOCAIS

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*

CAPÍTULO E **5**

PRINCÍPIOS DE PROJETO DOS SISTEMAS ESTRUTURAIS LOCAIS **5**

E3. CARREGAMENTOS **5**
100. Abordagem *5*
200. Carga em vaus gigantes do convés na região da cisterna *5*

CAPÍTULO F **6**

DIMENSIONAMENTOS POR SISTEMAS DA ESTRUTURA **6**

F1. FUNDO E FUNDO DUPLO **6**
100. Espessura nas extremidades *6*
200. Espessura do fundo a meia nau *6*
300. Quilha *6*
400. Conexão ao cadaste e à roda de proa *6*
500. Hastilhas, longitudinais, longarinas e hastilhas gigantes de fundo simples *6*
600. Teto de fundo duplo *6*
700. Hastilhas, longitudinais, longarinas e hastilhas gigantes de fundo duplo *6*

F2. ANTEPARAS **6**
100. Definições *6*
200. Carregamentos *6*
300. Chapeamento de AECs *7*
400. Prumos de AECs *7*
500. Disposições para ATQs *7*
600. Chapeamento de ATQs *7*
700. Prumos de ATQs *7*
800. Tanques avulsos *8*

F4. CONVÉS **8**
100. Espessura de convés nas extremidades *8*
200. Espessura de convés resistente a meia nau *8*
300. Espessura de convés de cobertura *8*
400. Vaus e vigas transversais *8*
500. Viga suportando base de cilindro ou dispositivo de fechamento de portas do fundo de cisternas *8*

CAPÍTULO G **8**

PRINCÍPIOS DE PROJETO DA VIGA NAVIO **8**

G1. ABORDAGEM **8**
100. Aplicação *8*

G2. CONFIGURAÇÃO DA ESTRUTURA GLOBAL **8**
100. Prescrições construtivas *8*

G3. CARREGAMENTOS DA ESTRUTURA GLOBAL – MOMENTOS FLETORES E FORÇAS CORTANTES **9**
100. Momento fletor longitudinal total *9*
200. Momentos fletores e forças cortantes em águas calmas *9*
300. Momento fletor em ondas *9*
400. Força cortante em ondas *9*

CAPÍTULO H **11**

DIMENSIONAMENTO GLOBAL DA VIGA NAVIO **11**

H1. RESISTÊNCIA DA SEÇÃO MESTRA **11**
100. Extensão a considerar *11*
200. Aplicação *11*
300. Módulo mínimo *11*
400. Inércia mínima *11*

H2. VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA LONGITUDINAL – TENSÕES NA ESTRUTURA **11**
100. Tensões da viga navio *11*
200. Verificação de draga pivotante longitudinalmente *12*
300. Tensão de flambagem *12*

CAPÍTULO A
ABORDAGEM

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

A1. APLICAÇÃO

A2. DEFINIÇÕES
- Ver Título 11

A3. TOPOLOGIAS
- Ver Título 11

A1. APLICAÇÃO

100. Tipos de missões de navios

101. Estas Regras aplicam-se às estruturas de dragas e batelões de seu Título 43, conforme definido em sua Parte I, Titulo 01, Seção 1, e são adicionais aos requisitos da Parte II, Título 11, Seção 2.

200. Proporções do casco

201. No caso de dragas ou batelões que operam em despejo ou dragagem fora da área de navegação interior, as proporções de dimensões do casco obedecerão aos seguintes limites:

L/D	B/D
≤ 18	≤ 4

CAPÍTULO E
PRINCÍPIOS DE PROJETO DOS SISTEMAS ESTRUTURAIS LOCAIS

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

E1. CÁLCULO DIRETO / DEFINIÇÕES
- Ver Título 11

E2. CONFIGURAÇÕES DOS SISTEMAS ESTRUTURAIS LOCAIS
- Ver Título 11

E3. CARREGAMENTOS

E4. EQUAÇÃO GERAL PARA ESPESSURAS E MÓDULO RESISTENTE DE VIGAS
- Ver Título 11

E5. SELEÇÃO DOS ESCANTILHÕES A UTILIZAR
- Ver Título 11

E3. CARREGAMENTOS

100. Abordagem

Ver Título 11

200. Carga em vaus gigantes do convés na região da cisterna

201. Considerar a aplicação das forças máximas exercidas para movimentação das portas de fundo. Elas devem ser iguais às forças máximas exercidas por cilindros hidráulico, guincho ou outro meio de atuação.

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

F7. SUPERESTRUTURAS E CASARIAS
- Ver Título 11

F8. RESUMO DE FÓRMULAS PARA DIMENSIONAMENTO LOCAL
- Ver Título 11

F1. FUNDO E FUNDO DUPLO

100. Espessura nas extremidades

Ver Título 11

200. Espessura do fundo a meia nau

Ver Título 11

300. Quilha

Ver Título 11

400. Conexão ao cadaste e à roda de proa

Ver Título 11

500. Hastilhas, longitudinais, longarinas e hastilhas gigantes de fundo simples

Ver Título 11

600. Teto de fundo duplo

601. Em embarcações do tipo **B** e L ≥ 50, deve ser construído fundo duplo.

602. Para embarcações do tipo **A**, ver **Título 31** para navios tanques.

603. A espessura é dada pelo maior dos valores em mm:

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

$$e = 0{,}0085.E.\sqrt{p}$$

$$e = 0{,}0085.E.\sqrt{h}$$

sendo:

E: o espaçamento de enrijecedores em mm;

h: altura até o nível do transbordador em m;

p: carga definida no Capítulo E, sendo que no caso da cisterna deve ser corrigida para a densidade do material a ser transportado;

“e” não menor do que:

a. a espessura do fundo;

b. a espessura calculada como antepara de tanque (ATQ).

604. Quando for prevista a utilização de descarga com caçambas a espessura deve ser aumentada de 3,5 mm.

700. Hastilhas, longitudinais, longarinas e hastilhas gigantes de fundo duplo

701. O módulo necessário para as vigas do teto e do fundo será calculado pela equação do Subcapítulo E4., levando em conta os carregamentos respectivos dados no Subcapítulo E3, sendo que, no caso da cisterna, deve ser corrigida para a densidade do material a ser transportado.

702. a 709. Ver Título 11

F2. ANTEPARAS

100. Definições

Ver Título 11

200. Carregamentos

201. Será expresso em t/m², pelo número correspondente à altura de carga, em metros, medida do elemento estrutural considerado, até um ponto localizado do seguinte modo:

Tipo	Zona de navegação	
	I1	I2
AEC	nível do convés principal	
ATQ (o maior valor)	0,4 m acima do ladrão ou do convés principal ou do convés-tronco; 1,0 m acima do teto do tanque	0,6 m acima do ladrão ou do convés principal ou do convés-tronco; 1,2 m acima do teto do tanque

300. Chapeamento de AECs

Ver Título 11

400. Prumos de AECs

Ver Título 11

500. Disposições para ATQs

501. Em princípio, os tanques não terão largura de toda extensão da boca da embarcação. A largura não deve ultrapassar 0,7 × B.

502. Serão construídos coferdames entre compartimentos que contenham produtos que corram risco de contaminação.

503. As anteparas da cisterna são calculadas como ATQ, com a pressão máxima obtida a partir dos carregamentos e corrigida para a densidade do material.

600. Chapeamento de ATQs

601. Será o maior dos valores abaixo em mm:

$$e = 0{,}004.E.\sqrt{h.d_a} + 1$$

$$e = 0{,}8..\sqrt{E}$$

onde:

h: altura de carga, medida a partir da aresta inferior da fiada de chapa considerada, em m;

da: densidade do material na cisterna.

700. Prumos de ATQs

701. O módulo de Seção, de modo geral, será obtido pela equação:

$$W = 1{,}19 \times E \times l^2 \times (5 \times h + 3 \times h_p)$$

onde:

h: altura de carga, medida a partir da extremidade superior do vão *l*, em m;

h_p: distância vertical, medida entre extremidades do vão *l*, em m.

702. No caso da cisterna os valores obtidos na equação anterior e nas equações seguintes serão multiplicados pela densidade do material.

703. Para prumo vertical a equação se escreve:

$$W = 1{,}19 \times E \times l^2 \times (5 \times h + 3 \times l)$$

704. Para prumo horizontal de antepara transversal a equação se escreve:

$$W = 5{,}95 \times h \times E \times l^2$$

705. Para escoas que suportam prumos verticais é utilizada a equação acima, sendo "E" a média dos vãos dos prumos, acima a abaixo, que ela suporta.

706. Para prumos gigantes que suportam escoas, o módulo de seção é calculado pela equação:

$$W = 37{,}5.h.\frac{C}{l^2}$$

onde:

h: altura de carga para o nível da escoa suportada;

l: vão do prumo gigante;

C: o maior dos valores: $l_1 \times l_2^2$ ou $l_1^2 \times l_2$

sendo:

l_1 e l_2 as distâncias da escoa suportada às extremidades do vão *l* do prumo gigante.

707. Para prumo horizontal de antepara longitudinal a equação se escreve:

$$W = 5{,}95 \times E \times l^2 \times hi \times Yi$$

onde:

h_i: altura de carga a partir do nível do elemento considerado;

$$y_i = 0{,}013.L.\left(1 - \frac{d_i}{0{,}4.D}\right) + 1$$

sendo:

d_i: menor distância do prumo ao convés ou ao fundo, sem ser maior que 0,4 × D; se for maior, tomar yi = 1.

800. Tanques avulsos

801. Os elementos serão calculados como de antepara de tanques, com a altura de carga medida até o nível do ladrão, mas não sendo tomada menor que 3 m acima do tanque.

F4. CONVÉS

100. Espessura de convés nas extremidades

Ver Título 11

200. Espessura de convés resistente a meia nau

Ver Título 11

300. Espessura de convés de cobertura

Ver Título 11

400. Vaus e vigas transversais

401. a 404. Ver Título 11

405. Para vaus gigantes da cisterna no nível do convés, a tensão combinada, a partir da aplicação das forças máximas indicadas acima, deve atender a seguinte fórmula:

$$\sigma c = \sqrt{\sigma^2 + 3.\tau^2} \leq 13{,}73 \text{ daN/mm}^2$$

(14 kgf/mm^2)

onde :

σ: tensão de flexão mais normal

τ: tensão de cisalhamento mais torção

406. As extremidades destes vaus onde se engastam nos anéis estruturais dos flutuantes laterais devem ter assegurada a continuidade de módulo resistente no engaste.

500. Viga suportando base de cilindro ou dispositivo de fechamento de portas do fundo de cisternas

501. A seção da viga que pode ser considerada com ambas as extremidades engastadas deve atender às equações que seguem.

$W = P*l/1{,}08$ cm^3

$S = 0{,}15*P$ mm^2

onde:

W: modulo resistente

S: área da alma

P: forca máxima de fechamento das portas do fundo da cisterna

l: vão da viga

502. Quando a viga não puder ser considerada com ambas as extremidades engastadas será objeto de análise especial do RBNA.

503. A resistência da viga deve atender também às prescrições do Tópico 400. acima.

CAPÍTULO G
PRINCÍPIOS DE PROJETO DA VIGA NAVIO

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

G1. ABORDAGEM

G2. CONFIGURAÇÃO DA ESTRUTURA GLOBAL

G3. CARREGAMENTOS DA ESTRUTURA GLOBAL – MOMENTOS FLETORES E FORÇAS CORTANTES

G1. ABORDAGEM

100. Aplicação

101. Este Capítulo aplica-se às dragas com cisterna (tipo “hopper”) ou com lanças de dragagem.

102. Outros tipos serão objeto de análise especial do RBNA.

G2. CONFIGURAÇÃO DA ESTRUTURA GLOBAL

100. Prescrições construtivas

101. Construção com casco duplo, em sistema construtivo longitudinal ou transversal.

102. No caso de serviço com borda livre de dragagem conforme Seção 1 do presente Título 43, a estrutura deve ser dimensionada para o calado correspondente.

G3. CARREGAMENTOS DA ESTRUTURA GLOBAL – MOMENTOS FLETORES E FORÇAS CORTANTES

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:

$M_t = M_{SW,H} + M_{WV,H}$ ou $M_t = M_{SW,H} + M_{WV,S}$

onde:

$M_{SW,H}$: momento fletor em águas calmas, em alquebramento;

$M_{WV,H}$: momento fletor em ondas, em alquebramento;

$M_{SW,S}$: momento fletor em águas calmas, em tosamento;

$M_{WV,S}$: momento fletor em ondas, em tosamento.

200. Momentos fletores e forças cortantes em águas calmas

201. O momento em águas calmas Msw e as forças cortantes QSW são calculados 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.

300. Momento fletor em ondas

301. Quando não calculado diretamente, os momentos causados por ondas, em embarcações especiais ou com L ≥ 60, é calculado pelas equações:

a. Para tosamento:

$M_{W,S} = -0{,}0193.M.C_1.L^2.(C_B + 0{,}7)$, em txm

b. Para alquebramento:

$M_{W,H} = +0{,}0112.M.C_1L^2.(C_B + 0{,}7)$, em txm

onde:

M = fator de distribuição dado na figura F. G3.301.1

C_1 = C_n = de acordo com G3.301

k = fator de material com a tabela T.G1.G3.301.1

L = comprimento definido no Título 11, Seção 1, Sub-capítulo A2.

B = boca moldada, em metros.

C_B = coeficiente de bloco, não deve ser assumido inferior a 0,6.

FIGURA F. G3.301.1. – FATOR DE DISTRIBUIÇÃO M

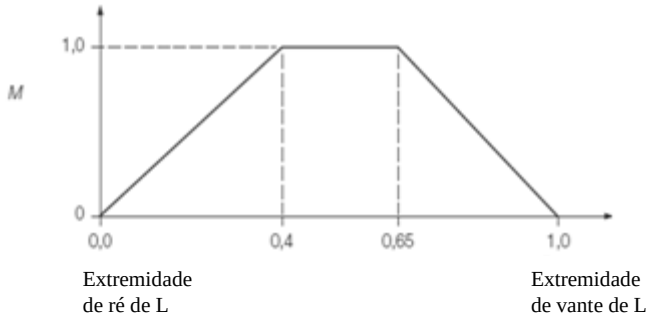

TABELA T. G3.301.1: FATOR DE DISTRIBUIÇÃO M

LOCAL DA SEÇÃO TRANSVERSAL	FATOR DE DISTRIBUIÇÃO M
$0 \le x < 0{,}4L$	$2{,}5\frac{x}{L}$
$0{,}4L \le x \le 0{,}65L$	1,0
$0{,}65L < x \le L$	$2{,}86.\left(1-\frac{x}{L}\right)$

400. Força cortante em ondas

401. A força cortante em onda vertical QWV, a cada seção ao longo comprimento da embarcação são dadas através da seguinte formulação:

$Q_{WV(+)} = +30.F_1.C.L.B(C_b + 0{,}7)$, para força cortante positiva

$Q_{WV(-)} = -30.F_2.C.L.B(C_b + 0{,}7)$, para força cortante negativa

onde:

F_1,F_2 =fator de distribuição dado nas figuras F.**G3.402.1.** e F.**G3.402.2.**

402. O cálculo do módulo de seção deve ser apresentado ao RBNA para aprovação.

FIGURA F.G3.402.1. – FATOR DE DISTRIBUIÇÃO F_1

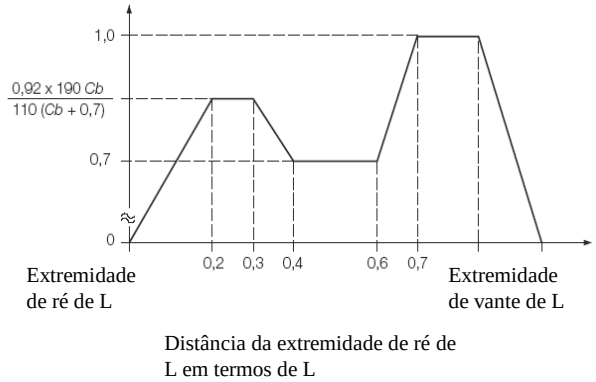

FIGURA F.402.2. – FATOR DE DISTRIBUIÇÃO F_2

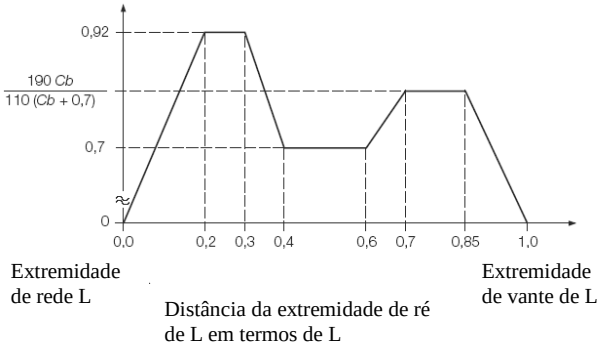

TABELA T.G3.402.1. FATORES DE DISTRIBUIÇÃO F1 E F2

Local da seção transversal do casco	Para força cortante de ondas positiva	Para força cortante de ondas negativa
$0 \leq x < 0{,}2L$	$2{,}5A.\frac{x}{L}$	$4{,}6.\frac{x}{L}$
$0{,}2L \leq x < 0{,}3L$	0,92A	0,92
$0{,}3L < x < 0{,}4L$	$(0{,}92A-7)\left(0{,}4\frac{x}{L}\right)+0{,}7$	$2{,}2\left(0{,}4\frac{x}{L}\right)+0{,}7$
$0{,}4L \leq x \leq 0{,}6L$	0,7	0,7
$0{,}6L < x < 0{,}7L$	$3\left(\frac{x}{L}-0{,}6\right)+0{,}7$	$(10A-7)\left(\frac{x}{L}-0{,}6\right)+0{,}7$
$0{,}7L \leq x \leq 0{,}85L$	1	A
$0{,}85L < x \leq L$	$6{,}67\left(1-\frac{x}{L}\right)$	$6{,}67A\left(1-\frac{x}{L}\right)$

NOTA:

$$A = \frac{190.C_B}{110(C_B+0{,}7)}$$

CAPÍTULO H
DIMENSIONAMENTO GLOBAL DA VIGA NAVIO

CONTEÚDO DO CAPÍTULO

H1. RESISTÊNCIA DA SEÇÃO MESTRA

H2. VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA LONGITUDINAL – TENSÕES NA ESTRUTURA

H1. RESISTÊNCIA DA SEÇÃO MESTRA

100. Extensão a considerar

101. Os escantilhões de elementos resistentes estruturais, com suas formas, a serem considerados nos cálculos, são os contínuos por 0,4 × L a meio comprimento do navio, descontando-se as seções das aberturas.

200. Aplicação

201. O módulo resistente da seção mestra é calculado nos seguintes elementos (nos seus níveis):

a. convés ao lado;

b. elemento de mais alta posição sobre o convés principal (exemplo: braçola contínua de escotilha ou convés tronco); e

c. fundo na LC.

300. Módulo mínimo

301. O módulo resistente mínimo de seção mestra é calculado pela equação (em cm² × m):

$$SM_{\min} = 0{,}01.C_1.L^2.B.(C_B + 0{,}7).k$$

onde:

C_1= 0.9 C_n para embarcações em serviço;

C_1= C_n para embarcações novas;

$C_n = 0{,}004L + 5{,}65$ para 30 ≤L<60

$C_n = 0{,}028L + 4{,}18$, para 60 ≤L≤90

L = comprimento definido no título 11, seção 1, sub – capítulo A2.

C_B = Coeficiente de Bloco, C_B não deve ser tomado inferior a 0,6

k= fator de material de acordo com a tabela T.G1.301.1

TABELA T.H1.301.1 - FATOR DE MATERIAL

Tensão de escoamento mínima, em N/mm²	***k***
235	1,0
315	0,78
355	0,72
390	0,68

400. Inércia mínima

401. A inércia mínima de seção mestra é calculada pela equação:

Imín = 0,02 × $W_{mín}$ × L (cm² × m²)

H2. VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA LONGITUDINAL – TENSÕES NA ESTRUTURA

100. Tensões da viga navio

101. É verificado o atendimento à seguinte equação:

$$\sigma_{RL} \le \left(18 - \frac{14}{0{,}008 \times L + 1}\right) \qquad daN/mm^2$$

sendo

σ_{RL} calculado pela equação:

$$\sigma_{RL} = 10 \times \frac{M_t}{W}$$

onde:

M_t : momento fletor total em t × m; e

W: módulo resistente da seção mestra em cm²×m, com valores para as seguintes cotas:

a. topo de braçola ou estrutura contínua;

b. convés ao lado; e

c. fundo.

102. No cálculo da resistência longitudinal deve ser feita a verificação de que a tensão em topo de braçola contínua e de tronco não ultrapassa 12,3 daN/mm² (12,5 kgf/mm²).

103. NOTA: Chama-se a atenção para o fato que, com braçola contínua de escotilha alta em relação ao pontal, **o material da aresta superior da braçola passa a trabalhar com as tensões mais altas** e o material longitudinal do convés passa a ter menos influência no cálculo da inércia da viga do navio.

200. Verificação de draga pivotante longitudinalmente

201. Em adição aos dados verificados a tensão combinada em qualquer ponto da seção transversal da metade do casco não deve exceder o valor limite de 175/ k, onde k é o fator de material definido em na tabela T.G1.H1.301.1.

300. Tensão de flambagem

301. A verificação do chapeamento e membros estruturais deve levar em consideração a máxima tensão de compressão, considerando as condições de tosamento e alquebramento, para as diferentes condições de carregamento.

302. Os valores de tensões dos eixos de rotação devem ser verificados utilizando a máxima força cortante atuante na seção transversal.

303. O valor calculado não deverá ultrapassar 62/k N/mm², onde k é o fator de material especificado na tabela T.H1.301.1.

Rgim16pt-pIIt43s2-aefgh-00