



CURSO EMERGENCIAL REMOTO DE PORTOS 2020-1

CARACTERÍSTICAS DOS NAVIOS E ESFORÇOS SOBRE EMBARCAÇÕES

NOTA DE AULA 02

Fontes: Mason, J. (1984) ; Borgo F^o, M. (2008)

1. CARACTERÍSTICAS DOS NAVIOS

O conhecimento das características dos navios é de primordial importância para o projeto das obras marítimas e acostáveis. Para que se possa projetar eficientemente estas obras é necessário se avaliar os esforços que os navios e embarcações em geral podem exercer sobre estas obras durante as manobras de atracação e os esforços de fixação dos navios após a atracação.

Sob o primeiro aspecto, devemos considerar o impacto que os navios exercem contra as obras de acostagem, com a consequente transmissão de energia cinética do navio à obra e sua transformação em energia de deformação das estruturas e das defensas. Da equivalência entre a energia cinética de impacto dos navios e a energia de deformação das defensas, considerando-se as perdas de energia no processo, podemos deduzir as forças de impacto para efeitos de dimensionamento das obras e defensas.

Quanto ao aspecto da fixação dos navios enquanto atracado, devemos levar em conta os esforços dos ventos, correntes marítimas e ondas sobre os navios, determinando ou avaliando as forças resultantes transmitidas pelas amarras aos seus elementos de fixação. Os esforços assim estimados servirão de base para verificar a estabilidade e dimensionar as estruturas de amarração.

Associados aos aspectos acima, deverá ser analisada uma série de outros problemas tais como as dimensões e características dos principais tipos de navios e seus movimentos sob a ação do mar e de correntes, a estabilidade dos corpos flutuantes, velocidades de manobra e atracação dos navios, tipos importantes de defensas e elementos de amarração.

1.1.Principais Características dos Navios e Embarcações



As principais características físicas dos navios que interessam ao engenheiro, são apresentadas na figura seguinte, sendo:

L= comprimento total= distância entre os pontos extremos do navio, no sentido do eixo.

B= boca do navio= distância entre os pontos extremos do costado na seção média do navio (largura)

P= pontal = altura total do casco do navio

D= calado= altura entre a linha de flutuação e a quilha

W= deslocamento = peso do volume de água deslocado pelo navio (em carga, em lastro e em vazio, são valores diferentes) medido em toneladas métricas

DW = deadweight= diferença entre o deslocamento em carga e em vazio, corresponde ao peso total de carga, passageiros, tripulação, combustível e lastro que o mesmo poderá transportar quando totalmente carregado. Por questão de estabilidade que veremos à frente, os navios não navegam completamente em vazio, sendo lastreados com água.

TONELAGEM DE REGISTRO BRUTO (TRB)= É a capacidade total volumétrica interna de um navio, medida em 100 pés cúbicos (aproximadamente $2,83 \text{ m}^3$). Essa medida de *volume* e não de peso, é aproximadamente igual à capacidade volumétrica do navio.

TONELAGEM DE REGISTRO LÍQUIDO (TRL) = É da mesma forma que a TRB, no entanto, as cabines de comando, da tripulação e de passageiros, bem como os compartimentos destinados à navegação e à operação do navio, inclusive casa de máquinas, são deduzidos da TRB. A TRL é muito usada na cobrança da taxa de utilização nos portos.

TONELAGEM DE DESLOCAMENTO = É o **peso real do navio** ou o **peso da água por ele deslocada**, podendo ser carregado ou vazio;

TONELAGEM DEAD WEIGHT OU TONELAGEM DE PORTE BRUTO (TDW ou TPB) = É a diferença entre a tonelagem de deslocamento do navio carregado e do navio vazio. Em outras palavras, a tonelagem de porte bruto representa o peso de toda carga do navio adicionada de provisões, água e combustível.

MARCA DE PLIMSOL – A profundidade de submersão de um navio é uma função da carga, do calado e das características da onda que enfrentar. As leis internacionais adotam, para limite

máximo de carga de um navio, a marca de PLIMSOL, obrigatória em todos os navios e localizada no meio do casco.

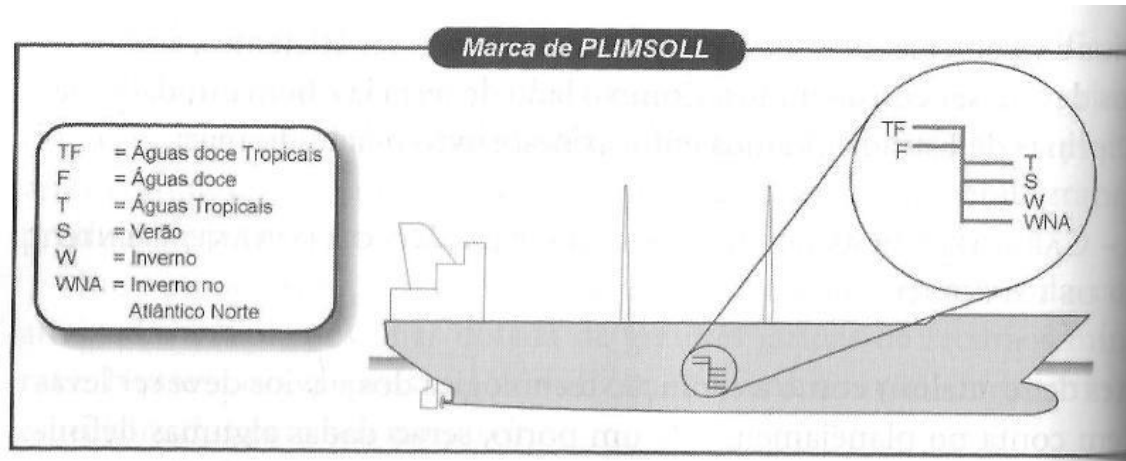


Figura 1- Disco de Plimsol (Fonte: Borgo, 2008)

Para efeito de projeto das obras acostáveis é necessário conhecer as posições limites das embarcações.

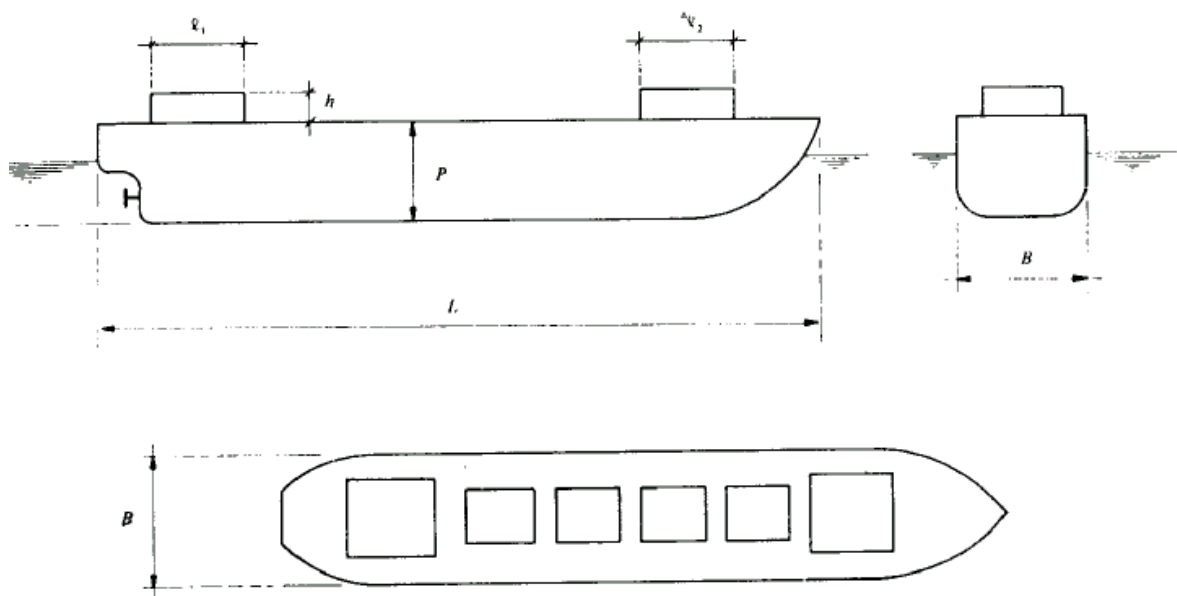


Figura 2: Dimensões Características dos Navios

(Fonte: Mason, 1984)

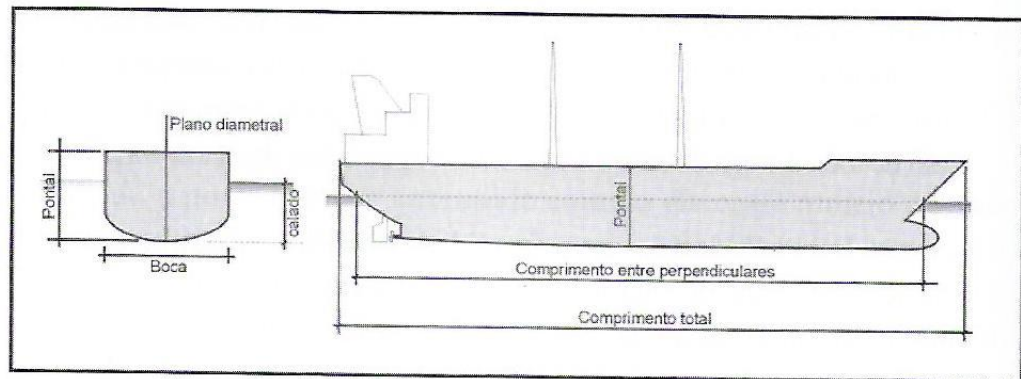


Figura 3: Dimensões Características dos Navios

(Fonte: Borgo, 2008)

A posição limite mais baixa é aquela para o caso em que o navio está completamente carregado e a maré apresenta-se no nível mínimo de água. Já a posição limite mais alta é aquela em que o navio está em carga mínima, ou seja, em lastro, e com a maré no nível mais alto.

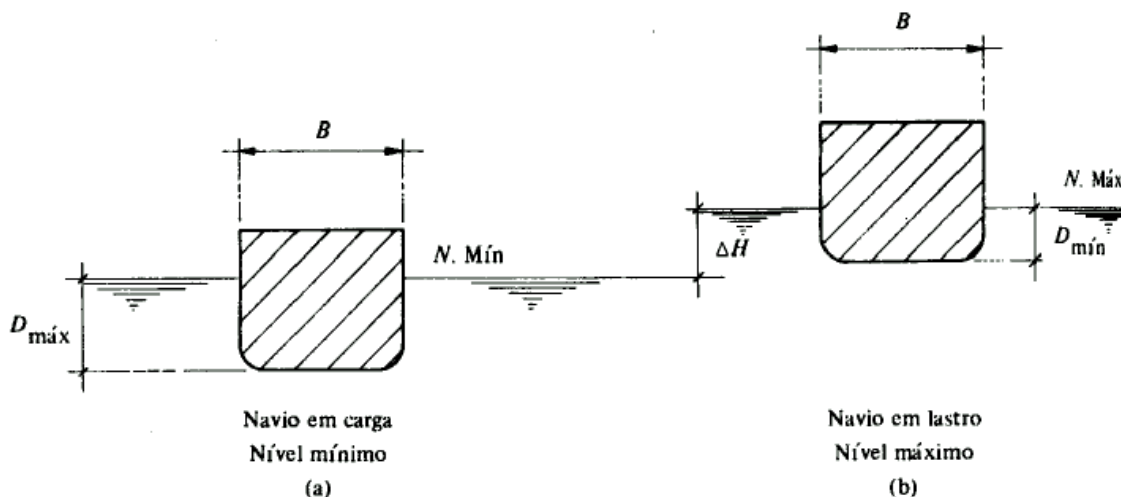


Figura 3 – Posições Relativas das Embarcações

(Fonte: Mason, 1984)

Considerando-se o navio em carga com calado denominado por D , pode-se aproximar o calado mínimo do navio pela expressão aproximada:



$$D_{\min} = \frac{W - DW}{W} \times D$$

1.2. Dimensões Básicas dos Navios Atuais

As dimensões básicas dos diversos tipos de navios para orientar o projeto de obras portuárias é mostrada na Tabela 1, que apresenta o deslocamento TDW (TONELAGEM DEAD WEIGHT OU TONELAGEM DE PORTE BRUTO), comprimento total, boca (largura) e calado máximo.

Tabela 1 – Dimensões Básicas dos Navios (Fonte: Borgo, 2008)

TIPO DE NAVIO	TDW (ton)	COMPRIMENTO (m)	BOCA (m)	CALADO (m)
PETROLEIROS (ULCC) Ultra Large Crude Carrier	500,000	415.0	73.0	24.0
PETROLEIROS (VLCC) Very Large Crude Carrier	300,000	350.0	63.0	21.0
PETROLEIROS	175,000	300.0	52.5	17.7
	60,000	217.0	36.0	13.0
NAVIOS DE PROD. DE PETRÓLEO E QUÍMICOS	50,000	210.0	32.2	12.6
	20,000	174.0	24.5	9.8
	10,000	145.0	19.0	7.8
GRANELEIROS	350,000	362.0	59.0	23.0
	300,000	350.0	56.0	21.8
	150,000	290.0	44.0	17.5
	60,000	220.0	33.5	12.8
CONTÊINERES POST PANAMAX	70,000	280.0	41.8	13.8
	85,000	325.0	43.0	14.50
	123,000	397.0	56.4	15.50
PANAMAX	60,000	290.0	32.2	13.2
	35,000	222.0	32.2	0.63
RO – RO	50,000	287.0	32.2	12.4
	20,000	197.0	28.6	9.1
CARGA GERAL E ESPECIALIZADA	40,000	209.0	30.0	12.5
	30,000	188.0	27.7	11.3
	15,000	152.0	22.6	9.2
PORTA VEÍCULOS (PCC) PURE CAR CARRIER	30,000	210.0	32.2	11.7
	20,000	198.0	32.2	9.0
FERRY-BOATS	50,000	197.0	30.6	7.1
	20,000	164.0	24.1	5.9
TURISMO – PASSAGEIROS	80,000	272.0	35.0	8.0
	35,000	192.0	32.2	6.3

A evolução dos navios pode ser vista na Figura 4.

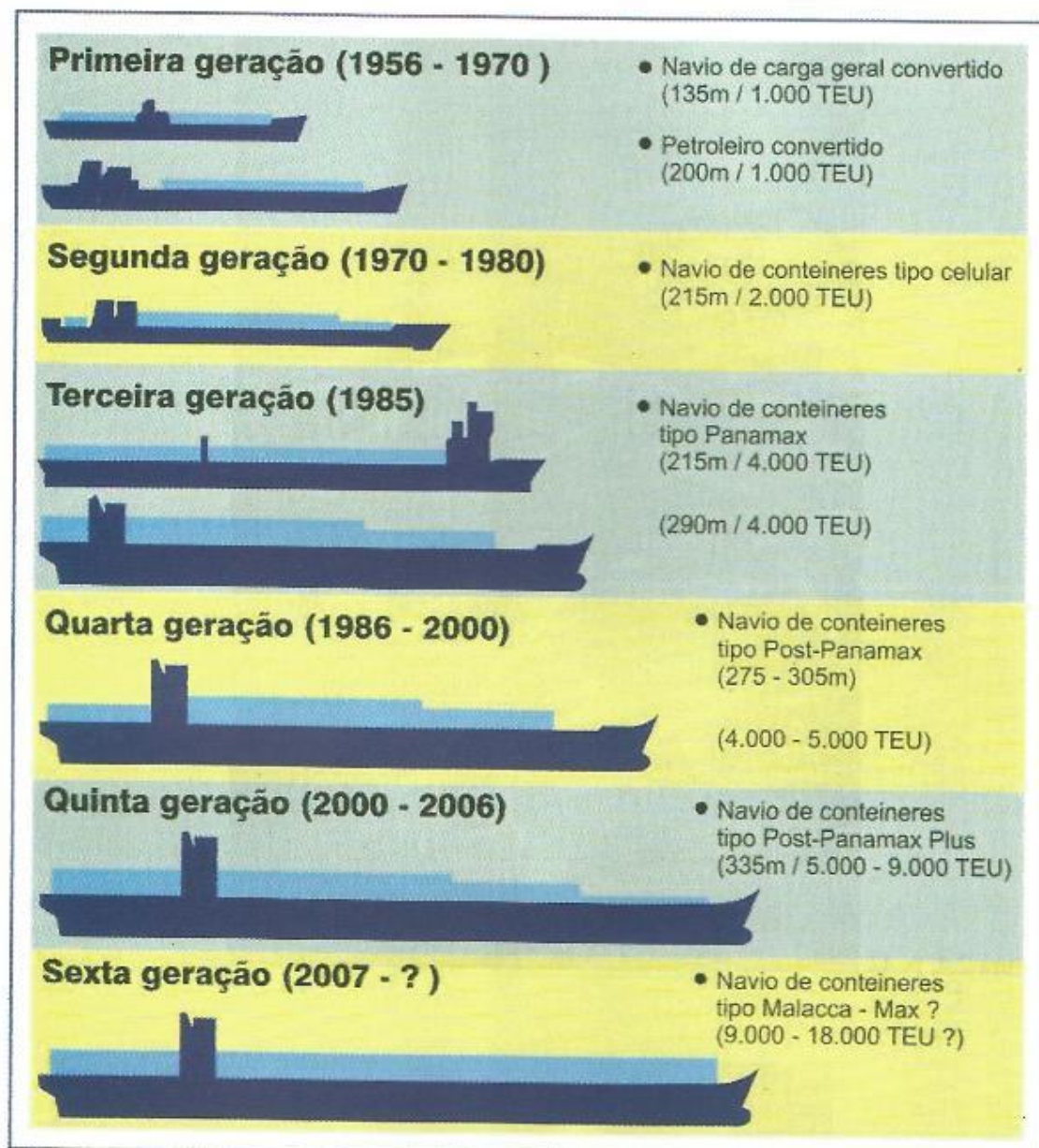


Figura 4- Evolução dos Navios

(Fonte: Borgo, 2008)

1.3. Movimentos Básicos dos Navios

Um corpo flutuante é um sólido com 6 graus de liberdade. Escolhendo os eixos ortogonais x , y e z como indicado na figura abaixo tem-se que o navio pode fazer os seguintes movimentos sob a ação das ondas e correntes no mar:

- no eixo x : movimento de translação chamado *deslocamento*
- no eixo x : movimento de rotação chamado *balanço*
- no eixo y : movimento de translação chamado *abatimento*
- no eixo y : movimento de rotação chamado *caturro*
- no eixo z : movimento de translação chamado *arfagem*
- no eixo z : movimento de rotação chamado *cabaceio*

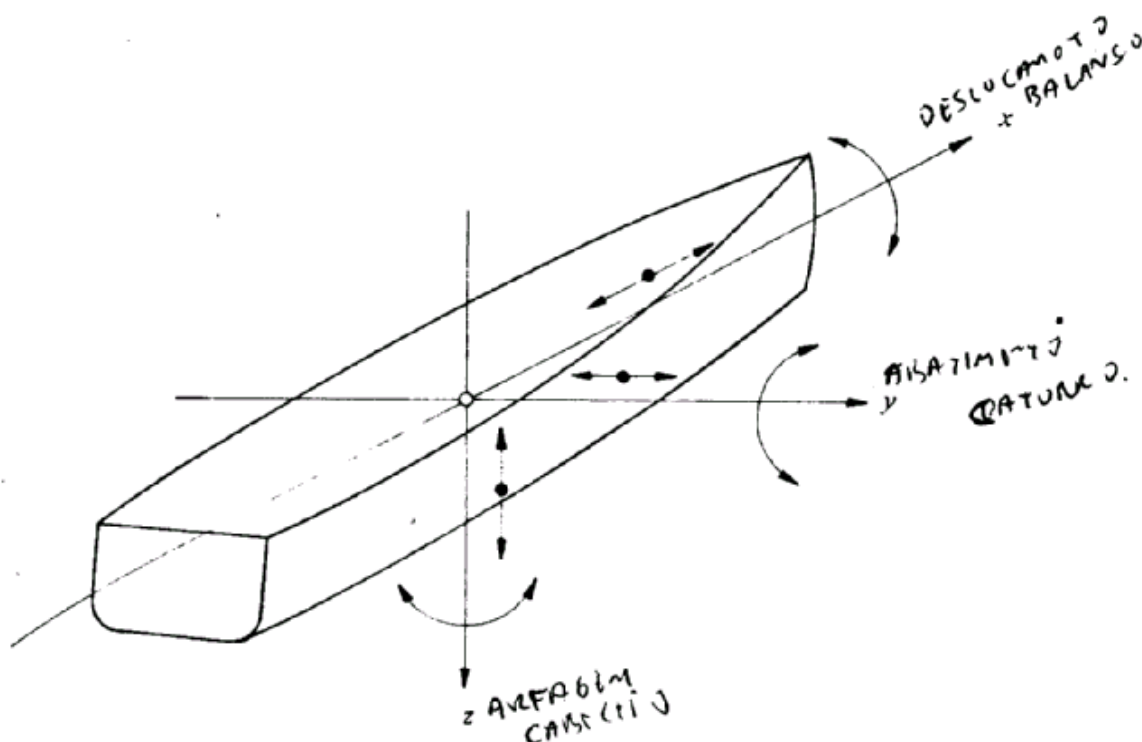


Figura 5 – Movimentos Básicos dos Navios

(Fonte: Mason, 1984)



1.4. Estabilidade dos Navios – Conceito de Metacentro

A estabilidade dos navios é regulada por alguns princípios básicos que importa caracterizar. Podemos distinguir entre estabilidade estática e estabilidade dinâmica. A estabilidade dinâmica diz respeito à limitação dos movimentos dos navios aos quais foram referidos acima e não serão analisados por não ser de interesse do engenheiro civil, mas para o projeto das embarcações propriamente dito (engenharia naval).

Já a estabilidade estática tem a ver com os conceitos de equilíbrio estável, instável e indiferente que importam para o engenheiro civil quando está lidando principalmente com portos flutuantes. Outra aplicação para este princípio ocorre no projeto de estações elevatórias de captação de água em açudes em plataformas do tipo flutuante. É, pois, um conceito que vai muito além da simples aplicação em engenharia portuária, mas encontra aplicação nos mais diversos ramos da engenharia hidráulica.

Para entender o conceito de estabilidade estática, considere o corpo flutuante cuja seção transversal está esquematizada na figura seguinte.

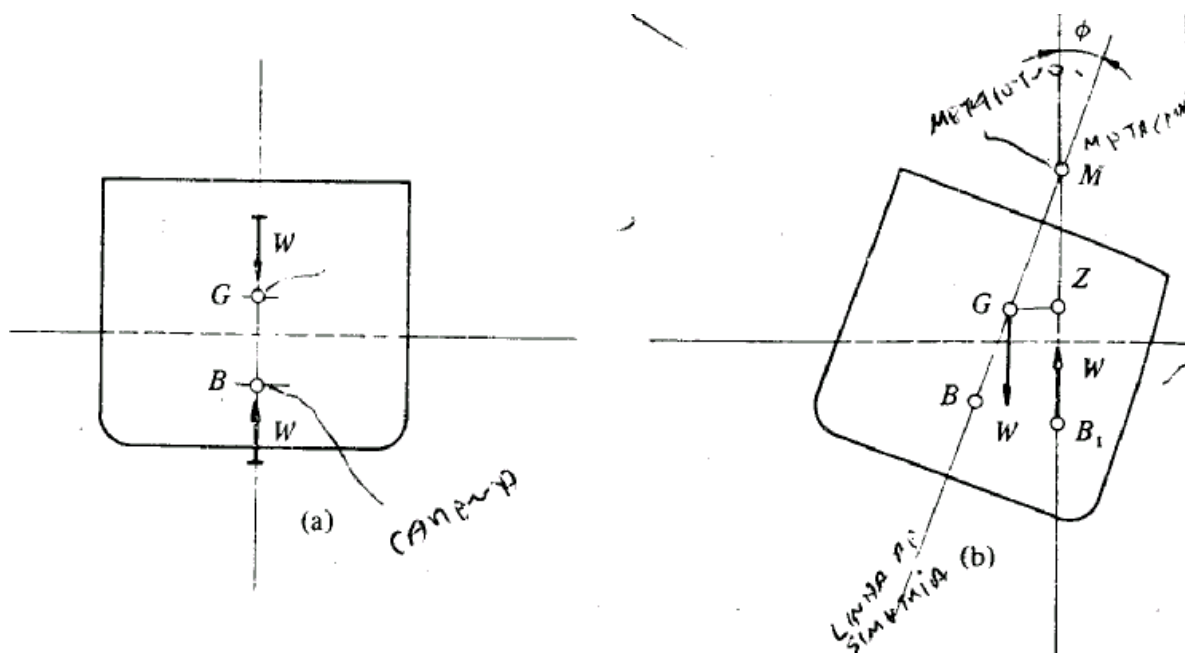


Figura 6 – Estabilidade de Navios

(Fonte: Mason, 1984)

Quando o mesmo se encontra na posição (a), o empuxo hidrostático dado pelo peso do volume do líquido deslocado W , se aplica no baricentro B do volume do líquido deslocado, equilibrando



exatamente com o peso W do corpo (Empuxo = Peso do corpo), o qual se aplica no baricentro G do corpo (centro de gravidade).

Se por meio de uma ação externa qualquer, por exemplo, uma onda, o corpo for deslocado de sua posição vertical, inclinando-se lateralmente (figura (b)), o empuxo passará a ser aplicado no novo baricentro B_1 do volume do líquido deslocado, surgindo um momento estabilizador $W \times \overline{GZ}$. Este equilibra o momento externo perturbador e restabelecerá a posição vertical do corpo, tão logo a causa externa seja removida (a onda passe).

A condição para que a posição primitiva do corpo seja restaurada é de que o ponto M de cruzamento da vertical de B_1 com a linha de simetria do corpo esteja acima do ponto G . O ponto M é denominado *metacentro* e desempenha um papel importante na comprovação da estabilidade dos corpos flutuantes.

Para determinarmos a distância GM , do centro de gravidade G do corpo ao metacentro M , imaginemos o corpo na posição inclinada da figura seguinte, com as linhas d'água LL original e L_1L_1 , da posição inclinada.

A mudança de posição do baricentro do volume de líquido deslocado de B para B_1 deve-se à transferência de um lado para o outro, da cunha líquida LOL_1 . Se V for o volume de líquido deslocado e v o volume de uma das cunhas, então:

$$\overline{B B_1} \cdot V = \overline{g_1 g_2} \cdot v$$

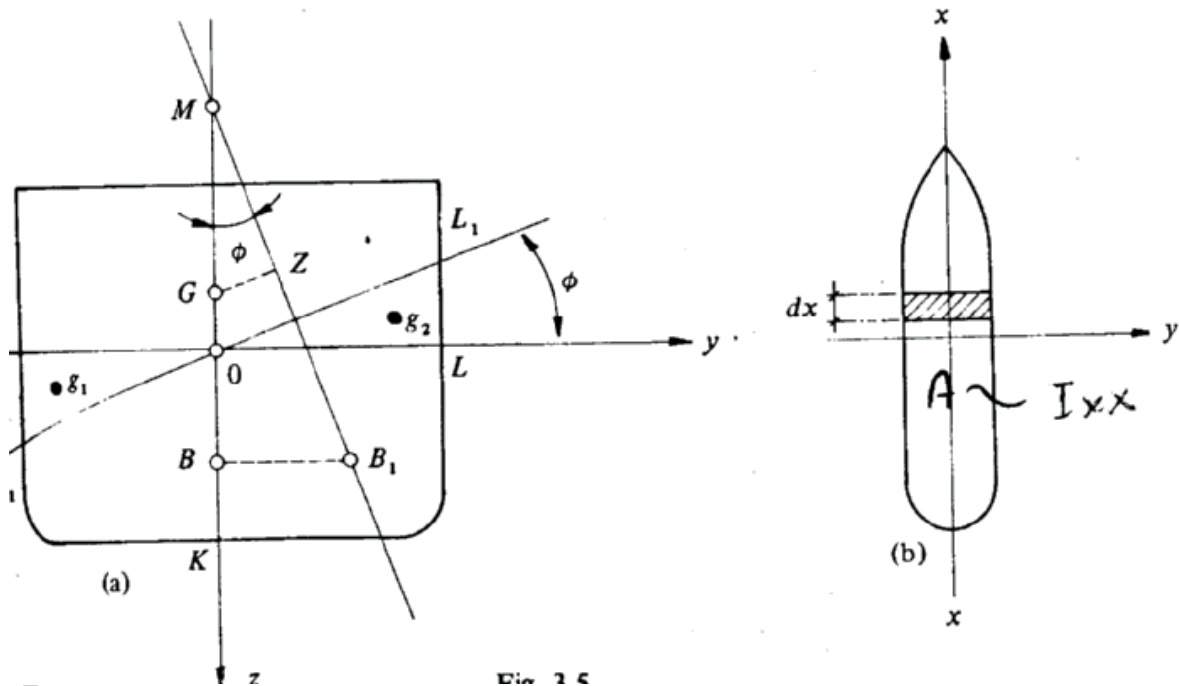


Figura 7- Determinação do Metacentro

(Fonte: Mason, 1984)

Por definição, teremos considerando o sistema de eixos da figura acima:

$$\overline{g_1 g_2} \cdot v = 2 \cdot \int \left[\frac{1}{2} y \cdot (y \tan \phi) \right] \cdot \frac{2}{3} y dx$$

Onde o termo dentro de colchetes da integral representa a área de 1 cunha, enquanto que o termo fora do colchete representa aproximadamente o braço de alavanca (\bar{y}).

O resultado da integral é:

$$\overline{g_1 g_2} \cdot v = 2 \tan \phi \int \frac{1}{3} y^3 dx = \tan \phi \cdot I_{xx}$$

em que I_{xx} é o momento de inércia da área da seção determinada pela interseção do navio ou corpo flutuante com o plano de flutuação LL.

Por outro lado, observamos que $BB_1 = BM \tan \Phi$

Substituindo as duas últimas equações na primeira tem-se:



$$\overline{BM} = \frac{I_{xx}}{V}$$

que define a posição do metacentro.

A posição do metacentro é responsável por importantes propriedades referentes à estabilidade dos corpos flutuantes. Concluimos que o par de forças que surge ao desviarmos o corpo de sua posição vertical é um par *estabilizante*, enquanto M estiver acima de G, anulando-se quando M coincidir com G (equilíbrio *indiferente*). A partir desta situação, o par de forças é *desestabilizante*, tendendo a ampliar o movimento do corpo, e o equilíbrio passa a ser *instável*.

Para termos uma ideia melhor das condições de estabilidade, é interessante desenhar a curva de estabilidade tal como a figura abaixo.

Nela representamos o braço de alavanca \overline{GZ} do par estabilizante, em função do ângulo Φ . Esta grandeza define o valor do momento estabilizante e, portanto, as condições de estabilidade.

Constatamos que o momento resistente ao deslocamento aumenta inicialmente com o ângulo Φ , até um máximo correspondente a $\overline{GZ}_{\text{Max}}$, decrescendo após, até anular-se. Com referência à zona decrescente da curva, o momento estabilizador decresce com \overline{GZ} , porém ainda é suficiente para restabelecer o equilíbrio tão logo a causa perturbadora seja removida. A partir do ângulo Φ , para o qual \overline{GZ} se anula, o equilíbrio não mais se restabelecerá e o corpo terminará por tombar.

O traçado da curva deve ser feito de preferência por via gráfica ou numérica. Para tal escolhemos sucessivas posições inclinadas do corpo, correspondentes a diferentes ângulos Φ , determinando a posição de B_1 e levantando a normal à linha d'água e avaliando \overline{GZ} gráfica ou numericamente. Uma vez conhecida a curva de \overline{GZ} , temos perfeitamente definidas as características mais importantes da estabilidade.

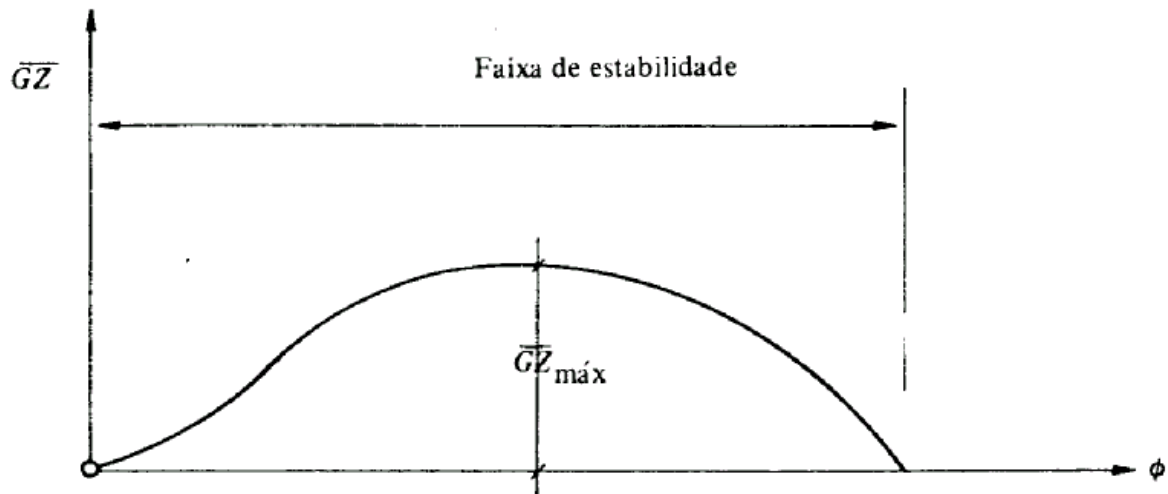


Figura 8 – Faixa de Estabilidade de Embarcações

(Fonte: Mason, 1984)

Quando deslocamos lateralmente um peso P sobre um corpo flutuante (figura seguinte), de uma distância a , o baricentro G desloca-se para G_1 e o centro de empuxo, de B para B_1 . Por considerações elementares concluímos que:

$$P \cdot a = W \cdot \overline{GG_1} = W \cdot \overline{GM} \cdot \tan \phi$$

Logo:

$$\tan \phi = \frac{P \cdot a}{W \cdot \overline{GM}}$$

sendo W o deslocamento (peso da água deslocada). Caso P seja significativo em presença de W , devemos levá-lo em conta na determinação de G . A fórmula acima permite-nos avaliar a inclinação Φ de uma embarcação ou flutuante, quando deslocamos um peso sobre eles.

Se de maneira análoga, deslocarmos verticalmente um peso P , o baricentro G deslocar-se-á para G_1 , de tal maneira que $\overline{GG_1} \cdot W = P \cdot h$ ou:

$$\overline{GG_1} = \frac{Ph}{W}$$

O braço $\overline{G_1Z_1}$ do par resistente de forças passará a ser:

$$\overline{G_1Z_1} = \overline{GZ} + \overline{GG_1} \sin \Phi$$

que deverá ser usado nos cálculos. Em última análise, esta fórmula inclui uma correção $\overline{GG_1} \sin \Phi$ que deverá ser aplicada à curva de estabilidade.



Constatamos que, caso ocorra um abaixamento do centro de gravidade do corpo flutuante, o que ocorre com o abaixamento do corpo, a correção ao braço resistente será positiva melhorando a estabilidade.

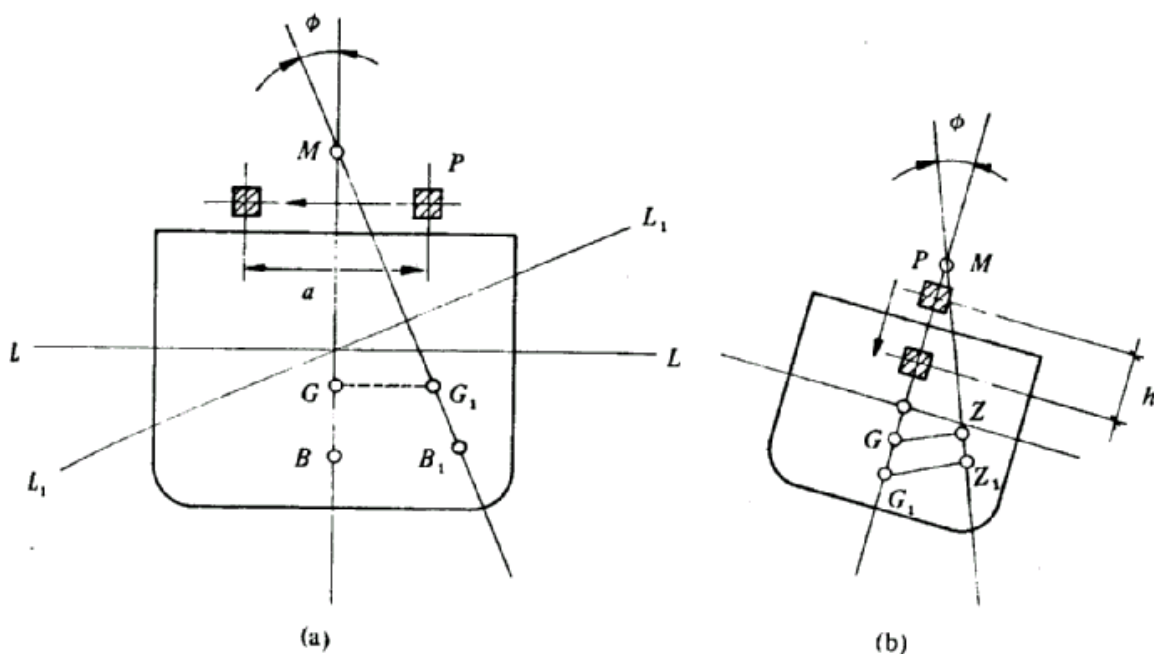


Figura 9- Estabilidade com Deslocamento Lateral de Peso



2. ESFORÇOS DE VENTOS E CORRENTES MARÍTIMAS SOBRE NAVIOS E EMBARCAÇÕES

2.1. Avaliação das Forças

A força exercida pelo vento e pelas correntes sobre um navio é dada pela equação abaixo:

$$F = 0,5K\rho V^2 A$$

onde:

F = força em N

K = coeficiente de forma

ρ = massa específica do fluido em kg/m³

V = velocidade do fluido em m/s

A = área do navio diretamente oposta à ação do fluido (normal) em m²

Obs: as massas específicas são:

Para o vento: $\rho_{\text{vento}} = 1,225 \text{ kg/m}^3$

Para as correntes: $\rho_{\text{água do mar}} = 1034,00 \text{ kg/m}^3$

Os coeficientes de forma K são:

Para o vento: K = 1,2 (constante)

Para as correntes: depende se o navio está em lastro ou em carga:

Navio com incidência longitudinal (vista da boca do navio):

$$K_{CL} = 1 + \frac{D}{H}$$

onde: D = calado do navio na condição em questão

H = profundidade do mar onde o navio se encontra

Navio com incidência transversal (vista do comprimento longitudinal do navio):



$$K_{CT} = 1 + \left(1 + \frac{D}{H}\right)^3$$

Exemplo de Aplicação: Determinar a ação de ventos e correntes sobre um navio atracado em um píer petroleiro vazado, dada as seguintes condições:

- comprimento do navio: $L = 220\text{m}$
- pontal: $P = 17\text{m}$
- profundidade do mar: $H = 13\text{m}$
- calado mínimo: $D_{\min} = 5\text{ m}$
- calado máximo: $D_{\max} = 12\text{ m}$
- velocidade do vento: $V_v = 120\text{ km/hora} \cong 33,33\text{ m/s}$
- velocidade das correntes marítimas: $V_c = 1\text{ nó} \cong 0,5\text{ m/s}$
- boca do navio: $B = 30\text{m}$
- cabines do navio: duas, com altura de 3 m e largura = comprimento = 30m

A figura seguinte mostra as posições do navio nas condições de lastro e em carga.



Figura do Navio em **Lastro**

Figura do Navio em **Carga**

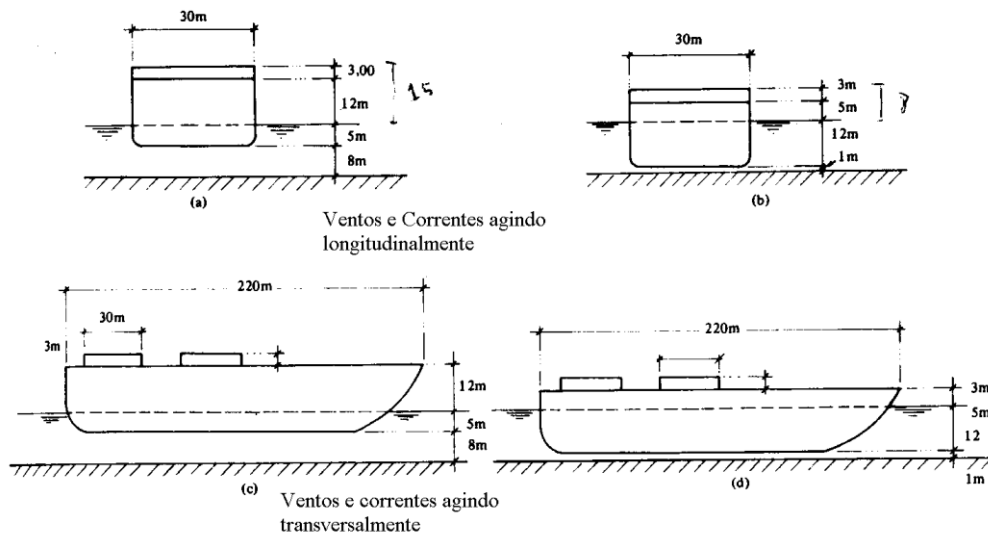


Fig. E7-1

Navio em carga

SOLUÇÃO:

1) Cálculo das áreas:

1.1 Para o vento:

1.1.1 Quando o navio está em **lastro**:

1.1.1.1 Área do vento atuando no sentido longitudinal do navio A_{VLL}

$$A_{VLL} = 30\text{m} \times 15\text{m} = 450\text{ m}^2$$

1.1.1.2 Área do vento atuando no sentido transversal ao navio A_{VTL}

$$A_{VTL} = 220\text{m} \times 12\text{m} + 2 \times 3\text{m} \times 30\text{m} = 2820\text{ m}^2$$

1.1.2 Quando o navio está em **carga**:

1.1.2.1 Área do vento atuando no sentido longitudinal do navio A_{VLC}

$$A_{VLC} = 30\text{m} \times 8\text{m} = 240\text{ m}^2$$

1.1.2.2 Área do vento atuando no sentido transversal ao navio A_{VTC}

$$A_{VTC} = 220\text{m} \times 5\text{m} + 2 \times 30\text{m} \times 3\text{m} = 1280\text{ m}^2$$

1.2 Para as Correntes Marítimas

1.2.1 Quando o navio está em **lastro**:

1.2.1.1 Área das correntes incidindo longitudinalmente A_{CLL}

$$A_{CLL} = 30\text{m} \times 5\text{m} = 150\text{ m}^2$$

1.2.1.2 Área das correntes incidindo transversalmente ao navio A_{CTL}



$$A_{CTL} = 220\text{m} \times 5\text{m} = 1100 \text{ m}^2$$

1.2.2 Quando o navio está em **carga**:

1.2.2.1 Área das correntes incidindo longitudinalmente ao navio A_{CLC}

$$A_{CLC} = 12\text{m} \times 30\text{m} = 360 \text{ m}^2$$

1.2.2.2 Área das correntes incidindo transversalmente ao navio A_{CTC}

$$A_{CTC} = 220\text{m} \times 12\text{m} = 2640 \text{ m}^2$$

2) Coeficientes de Forma K

2.1 Para o vento: $K = 1,2$ (constante)

2.2 Para as correntes:

2.2.1 Quando o navio está em **lastro**:

2.2.1.1 Sentido longitudinal

$$K_{CLL} = 1 + 5/13 = 1,38$$

2.2.1.2 Sentido transversal

$$K_{CTL} = 1 + 1,38^3 = 3,63$$

2.2.2 Quando o navio está em **carga**:

2.2.2.1 Sentido longitudinal

$$K_{CLC} = 1 + 12/13 = 1,92$$

2.2.2.2 Sentido transversal

$$K_{CTC} = 1 + 1,92^3 = 8,08$$

3) Cálculo das Forças

3.1 Para o vento:

3.1.1 Navio em **lastro**:

3.1.1.1 Sentido longitudinal

Obs: $1 \text{ Kgf} = 9,81 \text{ N}$

$$1 \text{ tf} = 9,81 \times 10^3 \text{ N}$$

$$F_{VLL} = 0,5 \times 1,2 \times 1,225 \times 33,33^2 \times 450 = 367.426,50 \text{ N} \left(\div 9,81 \times 10^3 \text{ N/tf} \right) \cong 37,45 \text{ tf}$$

3.1.1.2 Sentido transversal

$$F_{VTL} = 0,5 \times 1,2 \times 1,225 \times 33,33^2 \times 2820 = 2.302.539,4 \text{ N} \cong 234,71 \text{ tf}$$

3.1.2 Navio em **carga**:

3.1.2.1 Sentido longitudinal



$$F_{VLC} = 0,5 \times 1,2 \times 1,225 \times 33,33^2 \times 240 = 195.960,8 \text{ N} \cong 19,97 \text{ tf}$$

3.1.2.2 Sentido transversal

$$F_{VTC} = 0,5 \times 1,2 \times 1,225 \times 33,33^2 \times 1280 = 1.045.124,3 \text{ N} \cong 106,53 \text{ tf}$$

3.2 Para as correntes marítimas:

3.2.1 Navio em **lastro**:

3.2.1.1 Sentido longitudinal

$$F_{CLL} = 0,5 \times 1,38 \times 1034 \times 0,5^2 \times 150 = 26.754,75 \text{ N} \cong 2,72 \text{ tf}$$

3.2.1.2 Sentido transversal

$$F_{CTL} = 0,5 \times 3,63 \times 1034 \times 0,5^2 \times 1100 = 516.095,2 \text{ N} \cong 52,61 \text{ tf}$$

3.2.2 Navio em **carga**:

3.2.2.1 Sentido longitudinal

$$F_{CLC} = 0,5 \times 1,92 \times 1034 \times 0,5^2 \times 360 = 89.337,60 \text{ N} \cong 9,11 \text{ tf}$$

3.2.2.2 Sentido transversal

$$F_{CTC} = 0,5 \times 8,08 \times 1034 \times 0,5^2 \times 2640 = 2.757.057,6 \text{ N} \cong 281,05 \text{ tf}$$

4) **Matriz das Forças Combinadas**

Para uma avaliação conservadora das forças atuantes sobre o navio atracado no píer, considera-se a possibilidade de atuação simultânea das forças de ventos e correntes numa mesma direção e procura-se identificar a pior condição.

4.1 Navio em **Lastro**

Sentido\ Força	Ventos	Correntes	Soma
Longitudinal	37,45	2,72	40,17
Transversal	234,71	52,61	287,32

4.2 Navio em **carga**



Sentido\ Força	Ventos	Correntes	Soma
Longitudinal	19,97	9,11	29,08
Transversal	106,53	281,05	387,58

Como se pode observar, para este navio nas condições dadas no problema, a pior situação seria quando estivesse em **carga** com ventos e correntes atuando no sentido **transversal** ao mesmo.

2.2. Tipos de Amarração do Navio ao Cais

A figura 10 abaixo mostra o esquema mais comum de amarração de navios de grande porte ao cais.

A figura mostra três tipos de cabos:

Tipo 1: **cabos lançantes**: Tem a finalidade principal de resistir às forças das correntes com os navios sensivelmente alinhados com a direção destas.

Tipo 2: **cabos transversais**: São destinados principalmente a resistir às forças transversais de vento

Tipo 3: **cabos springs**: Têm finalidade complementar tanto para as forças longitudinais como para as forças transversais.

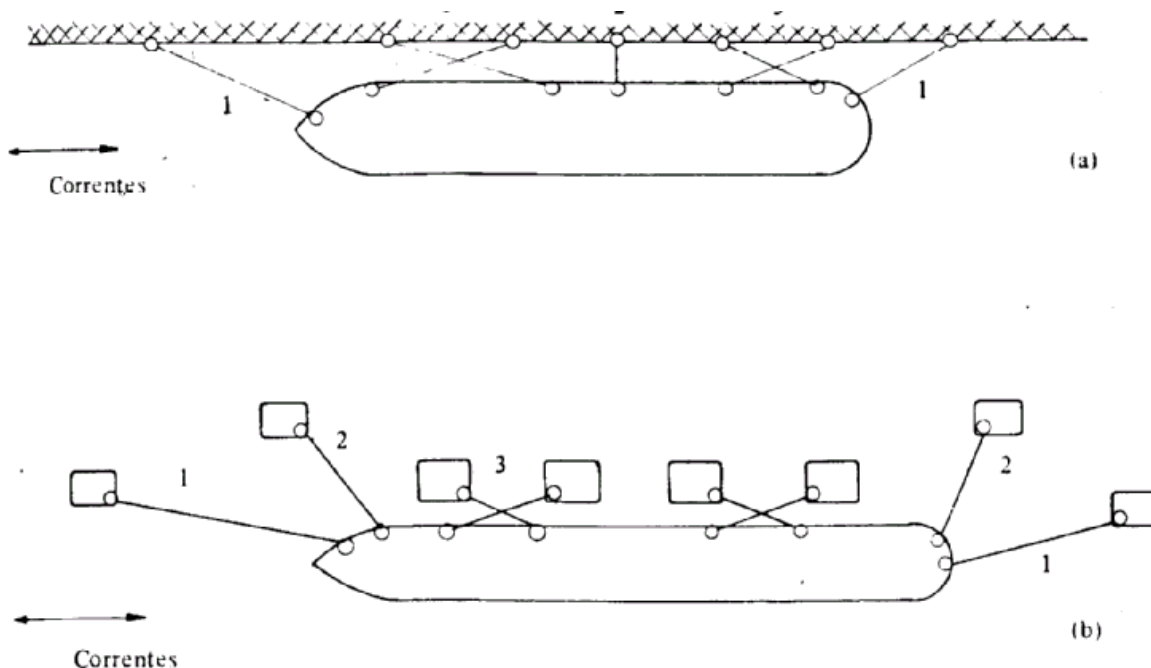


Figura 10- Cabos de Amarração dos Navios (Fonte: Mason, 1984)

2.3. Decomposição de Forças para Amarração dos Cabos

O sistema é indeterminado. Nesse caso, emprega-se o processo de incluir apenas um sistema de cabos de cada vez, na qual admitimos que todo o esforço longitudinal F seja absorvido por T .

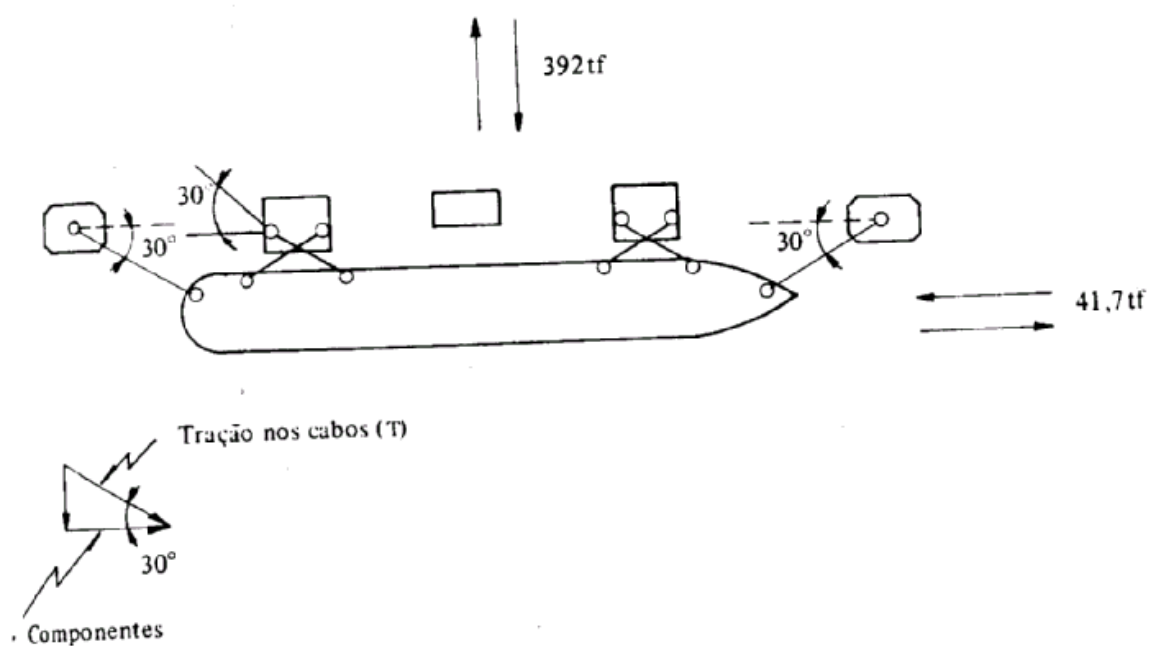


Figura 11 – Decomposição das Forças



(Fonte: Mason, 1984)

Resultados do Exercício

Por exemplo, admitindo o dimensionamento para a pior condição (388 tf aproximadamente, para transversal e 40 tf para longitudinal) calcula-se:

Para força longitudinal: admite-se apenas 1 cabo lançante. Considerando um ângulo de 30° de inclinação com a horizontal:

$$F/T = \cos 30^\circ \text{ daí } T = F/\cos 30^\circ = 40 \text{ tf} / \cos 30^\circ = \mathbf{46,18 \text{ tf/cabo}}$$

Para a força transversal: admite-se que funcionem os seis cabos (2 lançantes, 2 transversais e 2 spings) (n = 6 cabos)

$$F/T = \sin 30^\circ \text{ daí } T = F/n \times \sin 30^\circ = 388 \text{ tf} / 6 \times \sin 30^\circ = \mathbf{129,33 \text{ tf/cabo}}$$

TAREFA DOS ALUNOS:

RESOLVER O EXERCÍCIO DO NTF-2

(SEGUINDO O EXEMPLO AQUI

APRESENTADO)

VALE NOTA E FREQUÊNCIA