

**MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS
ENSINO PROFISSIONAL MARÍTIMO
CURSO DE FORMAÇÃO DE AQUAVIÁRIOS
(CFAQ I-M)**

**NOÇÕES DE ESTABILIDADE E MANUSEIO
E ESTIVAGEM DE CARGAS**

– EST 001 –

1ª.edição
Rio de Janeiro
2013

© 2013 direitos reservados à Diretoria de Portos e Costas

Autor: Professor **Luiz Otávio** Ribeiro Carneiro

Revisão Pedagógica:

Revisão ortográfica:

Diagramação/Digitação: Invenio Design

Coordenação Geral:

_____ exemplares

Diretoria de Portos e Costas
Rua Teófilo Otoni, n. 4 – Centro
Rio de Janeiro, RJ
20090-070
<http://www.dpc.mar.mil.br>
secom@dpc.mar.mil.br

Depósito legal na Biblioteca Nacional conforme Decreto nº 1825, de 20 de dezembro de 1907
IMPRESSO NO BRASIL / PRINTED IN BRAZIL

APRESENTAÇÃO

Esta Apostila se destina ao estudo da disciplina Noções de Estabilidade e Manuseio e Estivagem de Carga (EST-001) do Curso de Formação de Aquaviários – Moço de Máquinas (CFAQ-I-M). Foi elaborada a partir da compilação de duas apostilas bases, cujos direitos são reservados à Diretoria de Portos e Costas.

Parte Relativa a Noções de Estabilidade:

Módulo De Estabilidade – EST

Unidade de Estudo Autônomo – 2ª edição 2010.

Autor: Professor Adilson da Silva Coelho

Revisão Pedagógica: Pedagoga Thereza Christina Corrêa

Revisão Ortográfica: Professora Cláudia Correia de Matos

Diagramação: Maria da Conceição de Sousa Lima Martins

Coordenação Geral: CMG (MSc) Luciano Filgueiras da Silva

Parte Relativa A Manuseio e Estivagem dDe Carga:

Módulo Técnica De Estivagem – ESV

Unidade de Estudo Autônomo - 1ª.edição 2008.

Autores: Professor Adilson da Silva Coelho

Revisão Pedagógica: Pedagoga Thereza Christina

Revisão Ortográfica: Professora Cláudia Correa

Diagramação: Maria da Conceição de Sousa Lima Martins

Coordenação Geral: CMG (MSc) Luciano Filgueiras da Silva

O desenvolvimento desta compilação foi realizado de modo a atender o sumário da disciplina, cuja quantidade de horas aulas é menor do que as das duas apostilas bases, porém, proporcionando ao aluno conhecimentos para a aplicação das técnicas de estivagem, peação escoramento, separação, segregação, manuseio de cargas e estabilidade.

As imagens utilizadas nesta compilação são as mesmas das apostilas bases, portanto, não se tem as fontes das imagens.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	3
UNIDADE 1 – MOVIMENTAÇÃO DE CARGA	7
1.1 ACESSÓRIOS UTILIZADOS NA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS	7
1.2 TIPOS DE CABOS DE FIBRA E DE AÇO UTILIZADOS NA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS	9
1.3 EQUIPAMENTOS DE CARGA UTILIZADOS NAS OPERAÇÕES DE CARGA	9
1.4 LINGAS OU ESTROPOS UTILIZADOS DURANTE O EMBARQUE E DESEMBARQUE DE CARGAS	11
1.5 CARGAS SOLTAS E UNITIZADAS	13
1.6 EMBALAGENS DA CARGA GERAL	13
1.7 AVARIAS à CARGA ..	18
UNIDADE 2 – ARRUMAÇÃO E ESTIVAGEM	20
2.1 CAPACIDADE VOLUMÉTRICA DOS COMPARTIMENTOS DE CARGA	20
2.2 VOLUME PARA GRANEL E VOLUME PARA FARDOS	22
2.3 CARGA A GRANEL	22
2.4 ÂNGULO DE REPOUSO DO GRANEL SÓLIDO	23
2.5 RECHEGO DA CARGA A GRANEL	23
2.6 TÉCNICAS DE ESTIVAGEM DA CARGA GERAL	23
2.7 SEPARAÇÃO DA CARGA	23
2.8 CARGAS PERIGOSAS	23
2.9 CLASSIFICAÇÃO DA CARGA PERIGOSA	24
UNIDADE 3 – PEAÇÃO E ESCORAMENTO.....	25
3.1 MATERIAL DE PEAÇÃO	25
3.2 SISTEMA DE PEAÇÃO DE CONTÊINERES	26
3.3 SISTEMA DE PEAÇÃO DE TUBOS	27
3.4 MATERIAIS UTILIZADOS NO ESCORAMENTO DA CARGA	27
UNIDADE 4 – DESLOCAMENTO E FLUTUABILIDADE	29
4.1 CARACTERÍSTICAS DE PESO DO NAVIO	29
4.2 VOLUME DA CARENA E FORÇA DE EMPUXO	29
4.3 PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES	30
4.4 FLUTUABILIDADE	30
4.5 LINHAS DE CARGA	30
4.6 CALADO MÉDIO EM FUNÇÃO DO DESLOCAMENTO	31

UNIDADE 5 – ESTABILIDADE TRANSVERSAL DO NAVIO	33
5.1 BRAÇO DE ADRIÇAMENTO E MOMENTO DE ADRIÇAMENTO	33
5.2 ALTURA METACÊNTRICA	34
5.3 CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO DO NAVIO	36
5.4 BANDA PERMANENTE	38
5.5 SUPERFÍCIE LIVRE NOS TANQUES DE COMBUSTÍVEL, AGUADA E LASTRO	39
UNIDADE 6 – ESTABILIDADE LONGITUDINAL	41
6.1 CALADOS E TRIM OU COMPASSO	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

UNIDADE 1

MOVIMENTAÇÃO DE CARGA

O conhecimento da forma correta de como uma carga deve ser estivada a bordo é essencial para a preservação da segurança do navio e da própria carga. Esta disciplina apresenta informações básicas sobre movimentação de cargas nas embarcações bem como sua arrumação e estivagem, peação e escoamento.

Conheceremos os principais acessórios e equipamentos utilizados na estivagem das mercadorias a bordo das embarcações mercantes.

1.1 ACESSÓRIOS UTILIZADOS NA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS

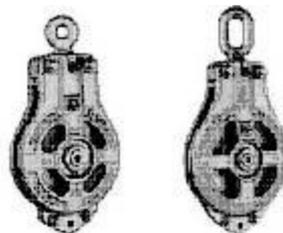
Moitão

É uma caixa de madeira ou de chapa de metal, de forma oval, dentro da qual trabalha uma roldana. Ele é usado para retorno de um cabo, nos teques e talhas.



Cadernal

É uma caixa de madeira ou de metal semelhante ao moitão, dentro da qual trabalham duas ou mais roldanas em um mesmo eixo. Esses cadernais são classificados como cadernais de dois ou três gornes, de acordo com o número de roldanas que possuem.



Catarina

É um moitão especial, de aço, utilizado nas operações de grande peso, principalmente nos aparelhos de pau de carga



Patesca

É uma caixa semelhante ao moitão, porém mais comprida e aberta de um lado, a fim de possibilitar gurnir ou desgurnir um cabo pelo seio

Gatos

São peças de aço forjado, em forma de gancho, com olhal, geralmente constituídas de uma peça única. São usados nos cabos de aço dos paus de carga e guindastes para içar a carga colocada nos estropos.



Manilha

É uma peça fabricada em vergalhão de metal recurvado em forma de U, fechada numa das extremidades por um pino chamado cavirão. É usualmente empregada nos aparelhos de pau de carga e, também, nas operações de peção da carga.



Grampos ou “clips”

São peças de metal em forma de U que servem para fazer emendas em cabos de aço; bastante utilizadas na peação de carga.



1.2 TIPOS DE CABOS DE FIBRA E DE AÇO UTILIZADOS NA MOVIMENTAÇÃO DE CARGA

Cabos de fibra vegetal – manilha, sisal, linho cânhamo, juta e outros.

Cabos de fibra de materiais sintéticos – náilon, polipropileno e polietileno.

Cabos de arame de aço – aço, ferro e bronze fosforoso.

1.3 EQUIPAMENTOS DE CARGA UTILIZADOS NAS OPERAÇÕES DE CARGA

Vamos conhecer alguns equipamentos utilizados para manipulação das cargas em navios de carga geral e porta-contêineres.

Guindaste

Atualmente é o equipamento mais utilizado para as operações de carga e descarga de mercadorias nas embarcações e nos portos.

Guindaste de convés

Equipamento instalado junto aos porões das embarcações, fácil de ser manobrado por apenas um operador durante as operações de carga e descarga.



Pau de carga

Equipamento de movimentação vertical, instalado no convés da embarcação junto a cada porão para movimentação de pequenos pesos, sendo pouco utilizado atualmente porque os guindastes têm maior produtividade.



Cábrea Flutuante

Guindaste flutuante que combina a movimentação de carga vertical e horizontal.



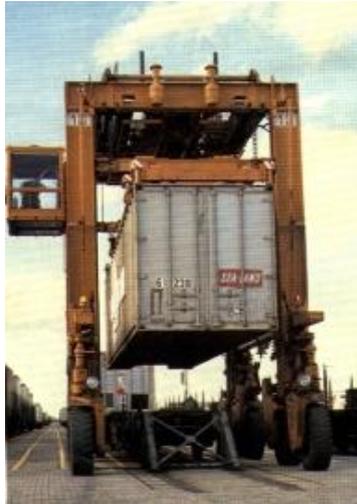
“Portainer”

Equipamento de movimentação de contêineres instalado nos terminais de contêineres (Tecon). Ele opera a carga nos sentidos horizontal e vertical de maneira segura, pois não provoca balanços bruscos. A cabine do operador fica localizada no próprio portainer, o que facilita a visão do terminal, do convés e do interior do porão.



“Transtainer”

Aparelho de movimentação vertical dos contêineres utilizado apenas no pátio do terminal.



Empilhadeira

Equipamento utilizado na movimentação da carga nos porões das embarcações, assim como nos pátios e armazéns. Tem capacidades variadas, podendo ser movida a diesel, gasolina, a gás ou eletricidade.



Ponte rolante

Tipo de aparelho de carga utilizado a bordo, com movimentações horizontal e vertical. Desloca-se sobre trilhos ao longo do convés, alcançando todas as escotilhas dos porões, podendo movimentar a carga do pátio para o interior dos porões ou vice versa.



1.4 LINGAS OU ESTROBOS UTILIZADOS NAS OPERAÇÕES DE CARGA

Lingas

São acessórios que servem para engatar uma lingada de um ou mais volumes ao gato do aparelho de carga da embarcação ou do porto. Existem vários tipos, cada um de acordo com o tipo de mercadoria a ser movimentada; assim temos:

Linga de estropo

Pedaço de cabo com os chicotes unidos por costura redonda, podendo ser de fibra vegetal ou sintética ou de arame de aço. Usada para movimentar caixaria em geral e volumes individuais leves.

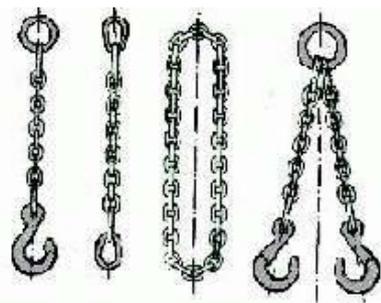
Linga de funda

É um estropo com os chicotes unidos a uma lona costurada, usada para fazer lingadas com sacaria de arroz, café e cereais em geral.



Linga de patola

Acessório formado por pés de galinha de corrente ou cabo de arame de aço com patolas ou gatos nos chicotes. Usada para movimentar tambores, barris, tubos, chapas etc.



Lingas de rede

São redes com mãos (alças) nos quatro cantos, confeccionadas com cabos de fibra, fibra sintética ou arame de aço e usadas para movimentar mercadorias leves e pequenas.



1.5 CARGAS SOLTAS E UNITIZADAS

Entenda-se por unitização de cargas, o desenvolvimento de modernos sistemas para sua movimentação, que consiste em acondicionar volumes uniformes em unidades de carga, visando reduzir os custos de viagem e o tempo de permanência dos veículos transportadores nos portos de embarque e desembarque, além de conceder maior segurança à carga, eliminando seu manuseio direto.

1.6 EMBALAGEM DA CARGA GERAL

A grande variedade de volumes, formatos e pesos da carga geral, sempre traz dificuldades de estivagem, porque elas podem vir soltas demandando com isto maior tempo na operação de estiva e, conseqüentemente, aumento de custos.

A carga geral solta ou fracionada, conforme mostrada na figura é caracterizada pelo embarque de volume por volume ou em unidades.



Unitização em pallets

É o processo de agrupar a carga em uma só unidade, quase sempre paletizada, isto é, quando as cargas são estivadas num pallet ou estrado.



Unitização em contêineres

Os volumes são estivados ou ovados dentro do contêiner.



Unitização em pré-lingados

Processo de agrupar os volumes em estropos especiais num armazém antes do envio para as embarcações.



Unitização em “Big Bags”

São também chamados de contêineres flexíveis, utilizados no transporte de granéis sólidos.



Contêineres

Contêiner é um equipamento construído de acordo com normas técnicas reconhecidas internacionalmente, dotado de medidas externas, de estrutura resistente, permitindo seu uso durante um longo espaço de tempo nos transportes: rodoviário, aéreo e marítimo, com total proteção da carga nele estivada, em termos de segurança e inviolabilidade.

As principais vantagens da utilização dos contêineres são:

- ✓ redução da estadia da embarcação nos portos;
- ✓ facilidade no transporte intermodal;
- ✓ menor manuseio da carga;
- ✓ redução do índice de avarias; e
- ✓ proteção contra intempéries

Algumas desvantagens do uso dos contêineres são:

- ✓ quebra de estiva dentro do contêiner;
- ✓ exigem equipamentos caros para sua utilização;
- ✓ pagamento do aluguel do contêiner; e
- ✓ custo dos reparos.

Padronização dos contêineres

Tendo em vista os diversos tipos de transportes dos contêineres, e sua utilização intermodal, foram criados equipamentos com medidas padrões e especificações técnicas de forma a permitir a evolução do seu uso.

Para permitir o intercâmbio entre os transportadores e viabilizando o transporte das mais variadas mercadorias, foram construídos contêineres nas dimensões e capacidades mostradas na tabela abaixo:

Comprimento	Largura	Altura	Volume	Carga Máxima
20'	8'	8' 6"	33 m ³	20.320 kg
40'	8'	8' 6"	66 m ³	30.480 kg

Além das dimensões mostradas acima, existem contêineres com comprimentos de 40, 45, 48 e até 53 pés de comprimento e altura de 9 pés e 6 polegadas e 8 pés de largura, variando portanto o volume e capacidade de carga. Esses contêineres são chamados de *high cube* (grande cubagem).

Os tipos de contêineres mais usados atualmente são:

Contêiner para carga seca de 20 ou 40 pés

Mais comumente utilizado devido a sua versatilidade para cargas secas, tais como: sacaria, caixaria, cartões devidamente embalados.



“Open top” (sem teto) de 20' e 40'

É um equipamento com teto aberto, destinado ao acondicionamento de mercadorias que não podem passar pela altura da porta, portanto, somente podendo ser embarcadas por cima.



Contêiner de 20' para granel sólido

Foi projetado para transporte de carga seca a granel. Elimina despesas de ensacamento e permite um maior aproveitamento da praça.

Contêiner térmico de 20' e 40'

Equipamento destinado ao transporte de cargas perecíveis, podendo transportar mercadorias refrigeradas ou resfriadas.

Esses contêineres também podem ser classificados como **integrados** ou **“vent hole”**, conforme explicaremos a seguir.



Contêiner integrado

Possui sistema de refrigeração próprio alimentado pela energia do navio ou do terminal.



Contêiner “vent hole”

É igual o refrigerado integrado, porém depende de uma planta de refrigeração do navio.



Contêiner plataforma de 20' e 40'

É uma plataforma simples, projetada para carregamento de cargas compridas, largas, irregulares ou com problema de acondicionamento.



Contêiner “Flat Rack” de 20' e 40'

É um contêiner plataforma, com cabeceiras, projetado para transportar cargas que ultrapassam a sua largura.



Contêiner tanque de 20'

É um contêiner especial destinado ao transporte de cargas líquidas, com revestimento à prova de corrosão e de vazamento e com controle de temperatura.



Contêiner "High Cube"

É utilizado para o transporte de cargas de grande volume e pouco peso. Possui a mesma largura de 8', altura de 9' 6", variando no comprimento que pode ser de 40, 45 e 48 pés.



1.7 AVARIAS À CARGA

No transporte marítimo, as avarias podem ser classificadas em:

Avaria grossa ou comum

Qualquer dano material ou despesa extraordinária causada ao navio e/ou a carga, por ato deliberado, diante do perigo real e eminente, em benefício de vidas, da embarcação ou das cargas. Ficando caracterizada este tipo de avaria, as despesas serão rateadas proporcionalmente por todos os interessados envolvidos ou beneficiados com o fato. Seus requisitos são:

- 1 - Ser ato deliberado;
- 2 - Comunhão de benefícios.

Exemplos de Avaria Grossa:

- ✓ Alijamento ao mar de cargas explosivas ou combustíveis soltas no convés, colocando em risco a segurança do navio e das demais cargas estivadas a bordo.
- ✓ Cargas eventualmente molhadas com água salgada por ocasião da extinção de um incêndio em equipamentos do navio.

- ✓ Despesas de remoção, transbordo e frete das cargas quando o navio fica sem condições de navegabilidade para levá-las a seu destino contratual.

Avaria Simples ou Particular

Referente a todo dano material ou despesa extraordinária causados involuntariamente à carga ou ao navio. Seus requisitos são:

- 1 - Existência de perigo que comprometa a segurança do navio ou da própria carga;
- 2 - a ausência de vontade dos interessados.

Exemplos de Avarias Simples:

- ✓ Carga arrancada do convés e jogada ao mar por causas naturais, de caráter inevitável e sem nenhuma interferência humana.
- ✓ Carga molhada por água salgada por ocasião da extinção de um incêndio por ela própria iniciado, sem afetar nenhuma das demais cargas a bordo e nem às instalações do navio.
- ✓ Danos culposos, causados por imperícia, negligência ou imprudência da tripulação, sem a intenção de lesar.
- ✓ Danos dolosos causados pela tripulação, consciente e intencionalmente, de natureza ilegal e fraudulenta.

UNIDADE 2

ARMAZENAGEM DA CARGA

2.1 CAPACIDADE VOLUMÉTRICA DOS COMPARTIMENTOS DE CARGA

Estudaremos fator de estiva e quebra de estiva e suas aplicações na distribuição das mercadorias nos porões. Veremos também o significado de unitização e sua vantagem na armazenagem da carga em relação à carga solta ou fracionada.

Veremos, ainda, sobre contêiner, suas vantagens e desvantagens, tipos e utilizações. Finalmente, tomaremos conhecimento da carga a granel, suas particularidades, separação e segregação da carga.

Fator de Estiva

É o volume ocupado por uma unidade de peso de uma mercadoria na sua forma ou embalagem de transporte. O fator de estiva é expresso em metros cúbicos por tonelada métrica ou em pés cúbicos por tonelada longa. Ele pode ser identificado nas listas de carga por “FE”.

Veja Na tabela 1 os valores de alguns fatores de estiva de cargas.

Mercadoria	Embalagem	m /t	Cuft/tl
Cebola	saco	1,87	67
Chocolate	Caixa de madeira	1,81	65
Cimento	Saco	0,84	30
Soja (Rio Grande)	Granel	1,48	53
Trigo (Rio Grande)	Granel	1,27	45
Arroz	Saco	1,62	58
Café	Saco	1,67	60

No Brasil, o fator de estiva aparece sempre na unidade metros cúbicos por tonelada métrica; sabendo que cada tonelada representa mil quilos, podemos dizer que o fator de estiva de uma mercadoria é expresso por m^3/t .

Os valores do fator de estiva podem ser encontrados em listas específicas.

Esse elemento pode ser determinado pela fórmula: $FE = \frac{\text{Volume}}{\text{Peso}}$ Portanto, se tivermos as dimensões da mercadoria e seu peso, podemos determinar o valor do FE. Vejamos o seguinte exemplo:

Uma caixa com as dimensões: comprimento = 2,00 m, largura = 1,00 m e altura = 1,00 m, pesando 1 tonelada ou 1.000 quilos, tem o seguinte fator de estiva:

$$FE = 2,00 \times 1,00 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} = 2 \text{ m}^3 = 2\text{m}^3/\text{t } 1 \text{ t } 1 \text{ t}$$

Esse fator é importante porque, por meio dele, podemos saber quantos metros cúbicos de carga poderemos carregar num compartimento de carga.

Exemplo: se uma carga tem um fator de estiva de 2 metros cúbicos e pesa 2.000 t, podemos afirmar que o volume da carga é de 4.000 m³.

Quebra de Estiva

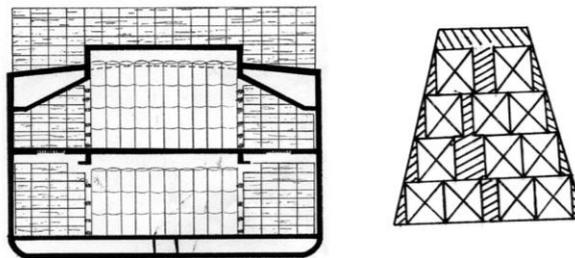
É o espaço do porão ou outro compartimento de carga não ocupado pela carga.



Ela pode variar em função de:

a) Tipo de embalagem: a forma e o tamanho da embalagem contribuem para a perda de espaço dentro do porão.

b) Forma do compartimento destinado à estivagem da carga: normalmente os porões centrais apresentam menor quebra de estiva porque suas formas são regulares, não se estreitando como o porão um.



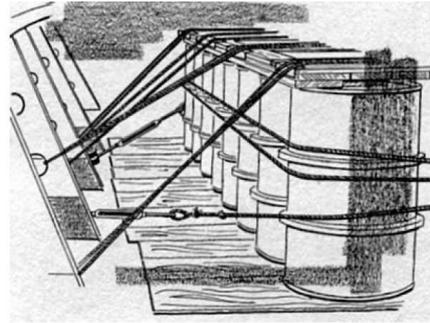
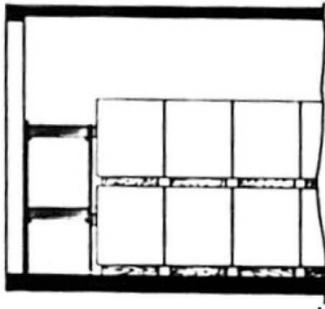
c) Má operação da estiva: Quanto melhor for a estivagem, menor será a quebra de estiva e isto é possível determinando-se que os volumes fiquem encostados um nos outros e junto das anteparas dos porões.



d) Dunagem, peação e escoramento da carga: A separação, os escoramentos e a peação também influem no aproveitamento das praças onde as mercadorias estão estivadas.

A quebra de estiva é mais evidente no embarque de carga geral e, praticamente nula, no carregamento de granéis, desde que ela seja bem rechegada e pequena com estivagem de sacaria e cartões de pequenas dimensões.

Quando ocorre grande quebra de estiva, pode-se completar estes espaços com carga de enchimento, que são cargas menores estivadas entre volumes maiores.



O volume ocupado pela carga no porão é também conhecido como volume de estivagem, ou seja, é o volume da própria carga mais a quebra de estiva.

2.2 VOLUME PARA GRANEL E VOLUME PARA FARDOS

Determina o espaço ocupado nos porões dos navios para a carga.

2.3 CARGA A GRANEL

Carga a granel é aquela transportada por uma embarcação sem estar acondicionada em embalagem; é despejada dentro do porão. A carga a granel pode ser transportada no estado sólido, quando tratar-se de grãos ou minérios e líquida quando se trata de petróleo, seus derivados, álcool, produtos químicos e gases liquefeitos.

Esse tipo de mercadoria é transportado no navio graneleiro, que é projetado e construído para carregar grãos e minérios com segurança.

Para segurança dos navios graneleiros, durante o transporte de grão a carga tem que estar rechegada ou nivelada para evitar que corra lateralmente quando o navio balançar.



2.4 ÂNGULO DE REPOUSO DO GRANEL SÓLIDO

É o ângulo interno formado com o plano horizontal e a superfície do cone ao ser despejada a carga no porão. O conhecimento deste ângulo é importante porque, se a embarcação sofrer uma inclinação superior ao ângulo de repouso do grão ou minério carregado, a carga se movimentará criando uma situação de banda permanente, colocando em risco a estabilidade do navio.



2.5 RECHEGO DA CARGA A GRANEL

Rechego é o nivelamento parcial ou total da carga no interior dos porões, por meio de dalas ou de calhas de carregamento, máquinas portáteis, equipamentos ou trabalho manual para colocá-las numa posição conveniente e segura.

2.6 TÉCNICAS DE ESTIVAGEM DA CARGA GERAL

A estivagem de cargas consiste em arranjar a carga em um navio da melhor maneira possível procurando reduzir os custos envolvidos. O planejamento da estivagem deve considerar o tipo de carga a ser estivada, o tipo de unidade de transporte, a natureza da carga, dentre outros fatores.

2.7 SEPARAÇÃO DA CARGA

Segregação da carga

Consiste da separação da carga quando existe incompatibilidade de mercadorias. Normalmente, quando são transportadas cargas incompatíveis, dos tipos odoríferas, sujas, perigosas, higroscópicas, entre outras, devem ser obedecidas regras específicas para evitar a contaminação.

2.8 CARGAS PERIGOSAS

Os produtos perigosos são classificados pela Organização das Nações Unidas (ONU) em nove classes de riscos e respectivas subclasses, conforme apresentado na Tabela 2 a seguir.

2.9 CLASSIFICAÇÃO DA CARGA PERIGOSA

Tabela 1 – Classificação ONU dos Riscos dos Produtos perigosos

Classificação	Subclasse	Definições
Classe 1 Explosivos	1.1	Substância e artigos com risco de explosão em massa.
	1.2	Substância e artigos com risco de projeção, mas sem risco de explosão em massa.
	1.3	Substâncias e artigos com risco de fogo e com pequeno risco de explosão ou de projeção, ou ambos, mas sem risco de explosão em massa.
	1.4	Substância e artigos que não apresentam risco significativo.
	1.5	Substâncias muito insensíveis, com risco de explosão em massa;
	1.6	Artigos extremamente insensíveis, sem risco de explosão em massa.
Classe 2 Gases	2.1	Gases inflamáveis: são gases que a 20°C e à pressão normal são inflamáveis quando em mistura de 13% ou menos, em volume, com o ar ou que apresentem faixa de inflamabilidade com o ar de, no mínimo 12%, independente do limite inferior de inflamabilidade.
	2.2	Gases não-inflamáveis, não tóxicos: são gases asfixiantes, oxidantes ou que não se enquadrem em outra subclasse.
	2.3	Gases tóxicos: são gases, reconhecidamente ou supostamente, tóxicos e corrosivos que constituam risco à saúde das pessoas.
Classe 3 Líquidos Inflamáveis	-	Líquidos inflamáveis: são líquidos, misturas de líquidos ou líquidos que contenham sólidos em solução ou suspensão, que produzam vapor inflamável a temperaturas de até 60,5°C, em ensaio de vaso fechado, ou até 65,6°C, em ensaio de vaso aberto, ou ainda os explosivos líquidos insensibilizados dissolvidos ou suspensos em água ou outras substâncias líquidas.
Classe 4 Sólidos Inflamáveis; Substâncias sujeitas à combustão espontânea; substâncias que, em contato com água, emitem gases inflamáveis	4.1	Sólidos inflamáveis, substâncias auto-reagentes e explosivos sólidos insensibilizados: sólidos que, em condições de transporte, sejam facilmente combustíveis, ou que por atrito possam causar fogo ou contribuir para tal; substâncias auto-reagentes que possam sofrer reação fortemente exotérmica; explosivos sólidos insensibilizados que possam explodir se não estiverem suficientemente diluídos.
	4.2	Substâncias sujeitas à combustão espontânea: substâncias sujeitas a aquecimento espontâneo em condições normais de transporte, ou a aquecimento em contato com ar, podendo inflamar-se.
	4.3	Substâncias que, em contato com água, emitem gases inflamáveis: substâncias que, por interação com água, podem tornar-se espontaneamente inflamáveis ou liberar gases inflamáveis em quantidades perigosas.
Classe 5 Substâncias Oxidantes e Peróxidos Orgânicos	5.1	Substâncias oxidantes: são substâncias que podem, em geral pela liberação de oxigênio, causar a combustão de outros materiais ou contribuir para isso.
Classe 5 Substâncias Oxidantes e Peróxidos Orgânicos	5.2	Peróxidos orgânicos: são poderosos agentes oxidantes, considerados como derivados do peróxido de hidrogênio, termicamente instáveis que podem sofrer decomposição exotérmica autoacelerável.
Classe 6 Substâncias Tóxicas e Substâncias Infectantes	6.1	Substâncias tóxicas: são substâncias capazes de provocar morte, lesões graves ou danos à saúde humana, se ingeridas ou inaladas, ou se entrarem em contato com a pele.
	6.2	Substâncias infectantes: são substâncias que contém ou possam conter patógenos capazes de provocar doenças infecciosas em seres humanos ou em animais.
Classe 7 Material radioativo	-	Qualquer material ou substância que contenha radionuclídeos, cuja concentração de atividade e atividade total na expedição (radiação), excedam os valores especificados.
Classe 8 Substâncias corrosivas	-	São substâncias que, por ação química, causam severos danos quando em contato com tecidos vivos ou, em caso de vazamento, danificam ou mesmo destroem outras cargas ou o próprio veículo.
Classe 9 Substâncias e Artigos Perigosos Diversos	-	São aqueles que apresentam, durante o transporte, um risco não abrangido por nenhuma das outras classes.

UNIDADE 3

PEAÇÃO E ESCORAMENTO DA CARGA GERAL

Peação

É a operação efetuada a bordo que consiste em fixar a carga à estrutura da embarcação com a finalidade de evitar que ela se desloque da sua posição de estivagem durante a viagem devido aos movimentos do navio.

Escoramento

É a operação fundamentalmente complementar da peação. Em geral, quando se trata de cargas pesadas, a peação nem sempre é suficiente para garantir a total segurança das mesmas durante a viagem.

No convés, tal prática é indispensável, pois não sendo possível a realização de uma estivagem compacta, a carga encontra-se mais propensa a correr durante a viagem devido aos balanços da embarcação.

O escoramento é também necessário quando o compartimento não está totalmente cheio e sobram espaços entre os volumes.



3.1 MATERIAL EMPREGADO NA PEAÇÃO

Os materiais mais empregados na peação de carga geral são:

- ✓ Cabos de fibra vegetal;
- ✓ Cabos de fibra de materiais sintéticos;
- ✓ Cabos de arame de aço;
- ✓ Correntes;
- ✓ Macacos esticadores;
- ✓ Clips ou grampos;
- ✓ Manilhas;
- ✓ Fitas de aço;
- ✓ Redes de cabos de fibra sintética ou de aço; e
- ✓ Madeiras.

3.2 SISTEMA DE PEAÇÃO DE CONTÊINERES

A peação dos contêineres exige materiais de maior resistência e durabilidade além da exigência de serem classificados.

Qualquer que seja o material utilizado na peação é importante a distribuição de olhais pelos compartimentos de carga e convés.

Entre os principais materiais utilizados na peação dos contêineres, podemos citar:

Cabos galvanizados

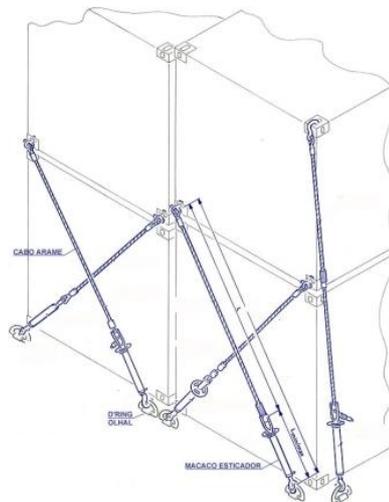
São usados para peação diagonal ou vertical do contêiner ao piso do convés, escotilha ou qualquer compartimento de carga, conforme mostra a figura.

Macaco esticador

Para ser usado na peação do contêiner fixando o cabo de aço galvanizado, barra rígida ou corrente ao olhal.

Olhais (D'Ring)

São olhais em forma de "D", rebatíveis, que servem para fixar o macaco esticador utilizado na peação dos contêineres.

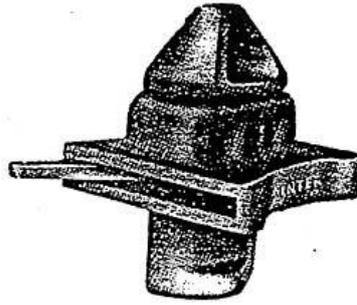


Sapatas (castanhas)

São peças de aço, geralmente galvanizadas, soldadas ao convés, tampa da escotilha ou qualquer compartimento de carga, que servem para encaixe do pino de torção usado para fixar o contêiner.

Pino de torção (twist lock)

É um tipo de tranca de torção usado para pear o contêiner ao tampão da escotilha, convés, compartimento de carga ou em outro contêiner.



3.3 SISTEMA DE PEAÇÃO DE TUBOS

São apoiados em berços em berços de madeira ou metálicos e fixados por tirantes.

3.4 MATERIAIS UTILIZADOS NO ESCORAMENTO

A madeira é o material mais utilizado nesta faina, devendo ser constituída de barrotes, tábuas, pranchões e cunhas de madeira.

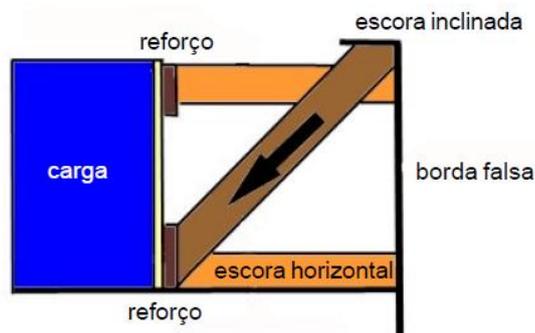
Os barrotes ou caibros servem de escoras que são classificadas em: horizontais, inclinadas e verticais, conforme a direção da pressão exercida sobre a carga.

Horizontais

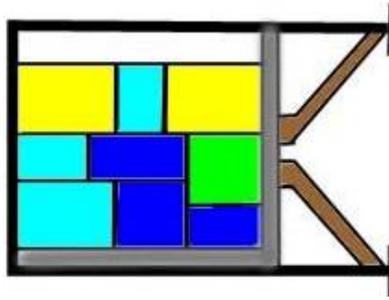
São usadas através de calços e colocadas horizontalmente entre a carga e as partes estruturais da embarcação, conforme mostrado na figura.

Inclinadas

Estas devem prender a carga de cima para baixo, pois as escoras de baixo para cima tendem a se desprender com o movimento da embarcação.

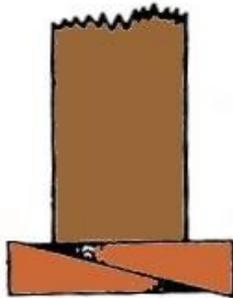


As escoras devem ser fixadas e apoiadas sobre tábuas de separação para distribuir a pressão exercida pela carga, evitando que ela ocorra num só ponto. Estas tábuas são colocadas tanto na horizontal como na vertical e, se colocadas na coberta, devem ir de cima a baixo, alcançando toda a altura deste local de estivagem.



Cunhas

São peças de madeira que calçam e apertam as escoras de madeira em sentidos opostos, batidas umas contra as outras.

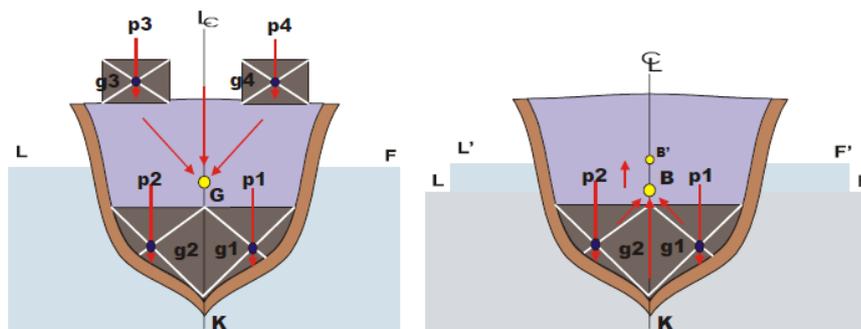


UNIDADE 4

DESLOCAMENTO E FLUTUABILIDADE

4.1 CARACTERÍSTICAS DE PESO DO NAVIO

A resultante de todos os pesos que atuam a bordo: o próprio peso da embarcação vazia, peso dos óleos combustíveis e lubrificantes, água potável, (aguada), lastro de água salgada, da carga e de todos os demais pesos existentes na embarcação, tem como ponto de aplicação o centro de gravidade que é representado, na seção transversal, pela letra "G". No sentido de cima para baixo.

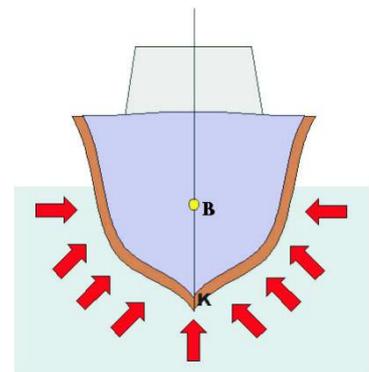


4.2 VOLUME DE CARENA E FORÇA DE EMPUXO

Volume de Carena é o volume das obras vivas

Centro de carena é o centro geométrico das obras vivas. Esse ponto notável tem uma cota vertical, contada a partir do plano de base e é representado por KB.

A Força de empuxo ocorre devido a uma impulsão de baixo para cima. Atua no centro de carena no sentido de baixo para cima.

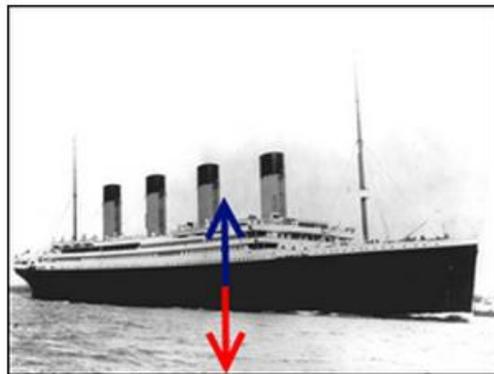


4.3 PRINCÍPIO DE ARQUIMENDES

“Todo corpo mergulhado parcialmente num líquido recebe um empuxo de baixo para cima igual ao peso do líquido deslocado”.

4.4 FLUTUABILIDADE

É a propriedade de um corpo de permanecer na superfície de um líquido, no caso do navio, de permanecer na superfície da água.

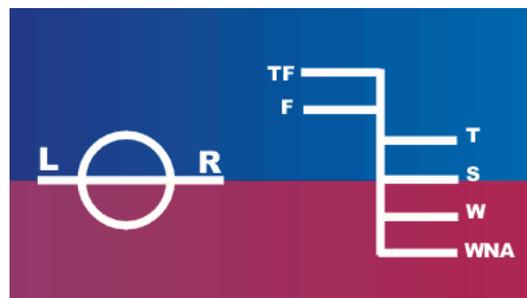


Reserva de flutuabilidade vem a ser os volumes estanques localizados acima da linha de flutuação.

Para que ocorra essa flutuabilidade é preciso que o peso seja igual à força de empuxo.

4.5 LINHAS DE CARGA

Linhas de carga do disco de Plimsoll



As linhas de carga são marcadas no costado da embarcação com a finalidade de se determinar a borda livre de segurança por ocasião dos carregamentos e viagens.

A borda livre foi instituída em 1876, devido à sucessão de acidentes ocasionados por carregamentos excessivos. Ela foi criada por Lord Samuel Plimsoll que inicialmente sugeriu que fosse cravado nos costados de BB e BE, um disco, intitulado disco de Plimsoll.

As linhas de carga são regulamentadas por uma Convenção Internacional de Linhas de Carga.

No Brasil, a DPC (Diretoria de Portos e Costas) do Comando da Marinha, é a autoridade competente para expedir esse Certificado, geralmente delegando tal atribuição às Sociedades Classificadoras.

O objetivo principal de estabelecimento das bordas livres e linhas de carga é a segurança, dotando os navios de uma reserva de flutuabilidade.

Essa linha de carga varia nas diferentes regiões e com as diferentes estações climáticas; em água doce permite-se que seja menor, não só porque a menor densidade ocasiona maior imersão para um mesmo deslocamento, como, principalmente, porque os locais de água doce são áreas abrigadas.

À direita do disco de Plimsoll, a meio navio, são cravadas as seguintes marcas de linhas de carga:

Marcas	Símbolo
Tropical	T
Verão	S
Inverno	W
Inverno no Atlântico Norte	WNA
Água Doce	F
Água Doce Tropical	TF

4.6 CALADO MÉDIO EM FUNÇÃO DO DESLOCAMENTO

É a semi soma entre os valores dos calados a vante e a ré. Para o cálculo desse calado, é preciso fazer as leituras dos calado a vante e a ré e calcular a sua média, conforme o exemplo abaixo:

$$Cav = 1,80 \text{ m}$$

$$Car = 3,20 \text{ m}$$

$$Cm = (Cav + Car)/2 = (1,80 \text{ m} + 3,20 \text{ m})/2 = 2,50 \text{ m}$$

Utilização das escalas de calado

As escalas de calado têm a finalidade de obter o calado médio que serve de elemento de entrada na tabela de dados hidrostáticos, e escala de porte, mostradas abaixo.

Com a tabela hidrostática e a escala de porte, podemos obter o peso da embarcação, também chamado de deslocamento.

Tabela de Dados Hidrostáticos							
CAL	DESL	TPC	MTC	LCB	LCF	KM	KB
2.00	2400	14,40	79,00	-2,40	-2,23	12,40	1,05
2.05	2480,00	14,40	79,25	-2,40	-2,25	12,08	1,07
2.10	2560	14,40	79,50	-2,40	-2,28	11,75	1,10
2.15	2640	14,40	79,75	-2,39	-2,20	11,51	1,12
2.20	2720	14,40	80,00	-2,38	-2,13	11,28	1,14
2.25	2800	14,40	80,00	-2,38	-2,11	11,14	1,17
2.30	2880	14,40	80,00	-2,38	-2,10	11,00	1,19
2.35	2960	14,40	80,00	-2,36	-2,08	10,90	1,21
2.40	3040	14,40	80,00	-2,35	-2,05	10,80	1,23
2.45	3120	14,40	80,25	-2,35	-2,03	10,65	1,26
2.50	3200	14,40	80,50	-2,35	-2,00	10,50	1,28
2.55	3276	14,45	80,50	-2,34	-1,99	10,25	1,31

UNIDADE 5

ESTABILIDADE TRANSVERSAL DO NAVIO

5.1 BRAÇO DE ADRIÇAMENTO E MOMENTO DE ADRIÇAMENTO

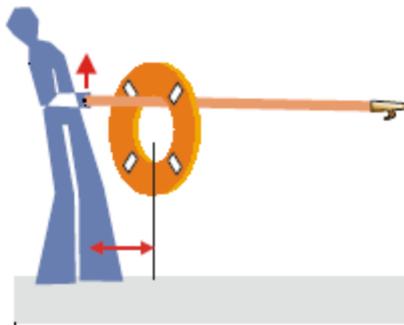
Para estudarmos esses assuntos teremos, de uma maneira simples, que explicar o conceito de momento de uma força e um sistema binário.

Momento de uma força

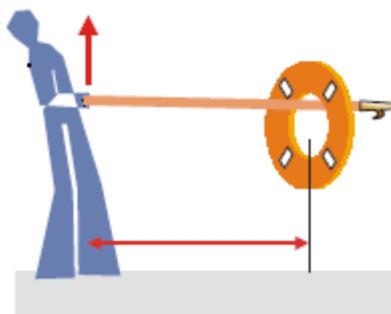
É o produto de uma força ou peso pela distância ao seu ponto de aplicação.

Para melhor entendimento, mostraremos uma experiência que consiste no seguinte: Uma pessoa erguendo uma bóia circular por meio de um croque, segurando na sua ponta e mantendo-a em uma posição horizontal.

No momento em que a bóia está próxima da mão, apresenta um peso.

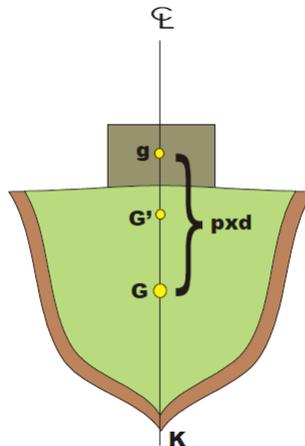


Na medida em que se afasta para a ponta do croque, temos a sensação de que ela fica mais pesada em função do aumento da distância.



Na verdade a bóia não altera o seu peso; o que ocorre é que quanto mais distante ela ficar da mão que sustenta o croque, mais distante ficará seu centro de gravidade da força necessária para neutralizar seu peso, e mantê-la erguida. Isso é o momento de uma força ou um peso.

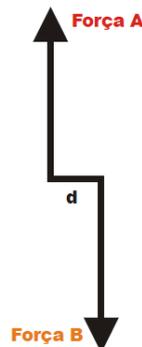
No caso de uma embarcação, todo peso que embarca ou desembarca a bordo terá como ponto ou plano de aplicação do seu momento o plano de base, o ponto K.



Binário

É um sistema de duas forças paralelas, de mesma intensidade e sentidos contrários, aplicadas ao mesmo corpo.

Observe na figura abaixo, que a força A é exercida para cima, enquanto a força B é exercida para baixo e a distância entre essas duas forças é chamada de braço de binário.

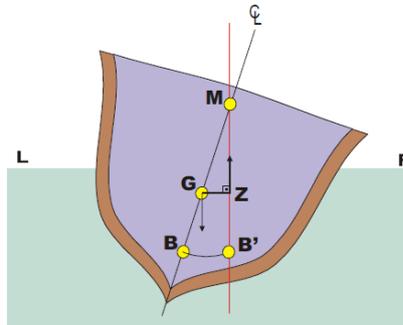


Observamos que a tendência do binário é causar uma rotação. Ao abrir uma torneira, nós utilizamos um sistema binário.



Após a explicação sobre momento de uma força e braço de um binário, é possível verificarmos como isso influi na estabilidade transversal estática.

Observamos na figura abaixo que existe um sistema binário toda vez que uma embarcação balança. Durante o balanço a força de gravidade (peso) atua para baixo e a força do empuxo, para cima.



Observando a figura acima, podemos identificar o binário que se forma, quando ocorre o balanço da embarcação e que existe uma distância entre a força da gravidade (peso) e a força de empuxo, representado pela reta GZ, à qual chamamos de braço de adriçamento ou de estabilidade.

Devido à existência desse binário, ocorre um momento de adriçamento, que corresponde a intensidade da força que levará a embarcação novamente à sua posição de equilíbrio, neste caso, adriçado.

O Momento de Adriçamento é igual ao produto do deslocamento pelo braço de adriçamento ou de estabilidade.

Ele pode ser calculado pela fórmula: $ME = \text{Deslocamento} \times GZ$.

Em algumas publicações o deslocamento é representado pelo símbolo D.

Esse assunto é importante para analisarmos as condições de equilíbrio de uma embarcação.

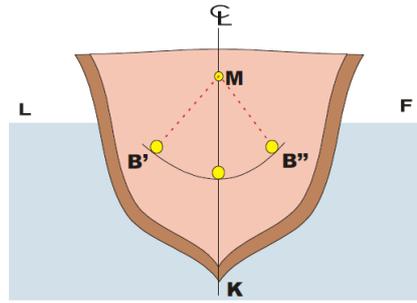
Toda embarcação, em função da distribuição da carga a bordo, pode se encontrar numa dessas três condições de equilíbrio: Estável, Indiferente e Instável.

5.2 ALTURA METACENTRICA

Metacentro Transversal

É o ponto de encontro de duas linhas de ação da força de empuxo quando a embarcação se inclina de dois ângulos muito próximos.

Na figura a seguir, verificamos que o Metacentro é função da movimentação de B' para B'' à medida que a embarcação se inclina.



Esse ponto notável tem uma cota vertical, medida em metros ou em pés, a partir do plano de base representado por KM.

O Metacentro dá origem ao aparecimento de uma distância vertical muito importante para o estudo da estabilidade transversal, que é a altura metacêntrica. Essa altura é a distância entre “G” e “M”.

Essa altura metacêntrica também é conhecida como GM. O seu valor permite que se tenha uma idéia bastante real da estabilidade da embarcação.

Conhecidos esses pontos notáveis (**K**, **B**, **G** e **M**) e suas cotas verticais, poderemos oportunamente aprender as condições de equilíbrio da embarcação.

Devido à existência desse binário, ocorre um momento de adriçamento, que corresponde a intensidade da força que levará a embarcação novamente à sua posição de equilíbrio, neste caso, adriçado.

O Momento de Adriçamento é igual ao produto do deslocamento pelo braço de adriçamento ou de estabilidade.

Ele pode ser calculado pela fórmula: $ME = \text{Deslocamento} \times GZ$.

Em algumas publicações o deslocamento é representado pelo símbolo D.

Esse assunto é importante para analisarmos as condições de equilíbrio de uma embarcação.

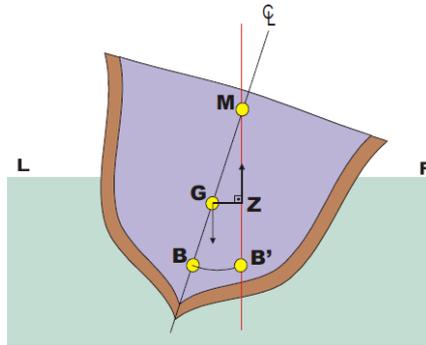
Toda embarcação, em função da distribuição da carga a bordo, pode se encontrar numa dessas três condições de equilíbrio: Estável, Indiferente e Instável.

5.3 CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO DO NAVIO

Equilíbrio Estável

Essa condição ocorre quando a GM é positiva, ou seja, quando a cota do Metacentro ou KM, é maior que a cota do centro de Gravidade ou KG; veja a figura.

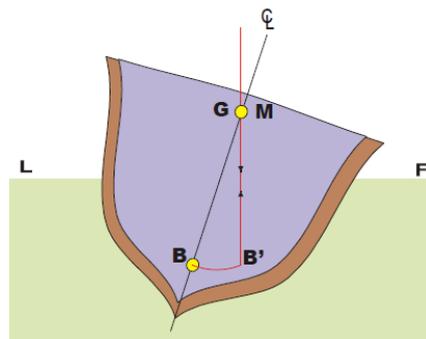
Analisando a figura a seguir, podemos concluir que com GM positiva sempre existe braço de adriçamento (GZ), que compõe o binário, trazendo a embarcação para a posição de equilíbrio inicial.



Podemos concluir também que quanto maior a GM , maior será o braço de adriçamento (GZ) e isto provocará um excesso de estabilidade, que não é uma boa condição de estabilidade, pois aumentará muito o momento de estabilidade provocando balanços bruscos, podendo causar avarias à embarcação, à carga, aos equipamentos e desconforto para a tripulação e passageiros.

Equilíbrio Indiferente

Ele acontece quando a GM é zero, ou seja, quando a cota do Metacentro, KM é igual à cota do centro de Gravidade, KG , conforme mostra a figura.

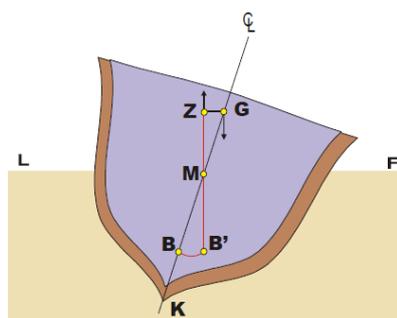


Observando a figura acima, é fácil concluir que, com essa condição de equilíbrio, não existirá o braço de adriçamento, GZ ; logo a embarcação se comportará indiferentemente, isto é, caso aderne para um dos bordos, permanecerá adernada numa inclinação constante por não existir braço de adriçamento. Essa condição é indesejável e perigosa.

Quando isto ocorrer o procedimento correto é lastrar os tanques de duplo fundo, deslastrar os tanques elevados ou remover a carga para posições o mais próximo possível ao plano de base da embarcação.

Equilíbrio Instável

É a pior condição de equilíbrio e ela acontece quando a GM é negativa, ou seja, quando a cota do centro de gravidade da embarcação, KG , é maior que a cota do Metacentro, KM , conforme mostrado na figura abaixo.



Analisando a figura anterior, conclui-se que com a GM negativa, o binário composto pela força de gravidade G e pela força de empuxo B , serão criados braços negativos ou de emborcamento, isto significa que ao invés de trazer a embarcação para a posição de equilíbrio inicial tenderá a levá-la a um emborcamento.

A condição instável é, sem dúvida, a pior situação de estabilidade e só se chega a essa situação quando não se faz um planejamento do carregamento das mercadorias e não se controla o consumo do óleo combustível.

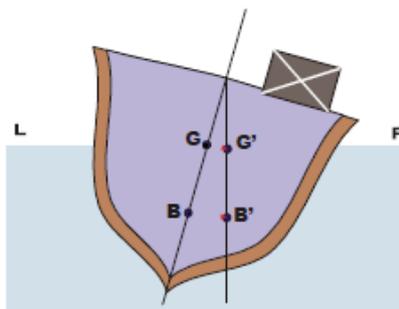
A maneira de se evitar o equilíbrio instável é procurar carregar as mercadorias preferencialmente no fundo da embarcação para aumentar a GM, tomando-se também o cuidado para se evitar o excesso de estabilidade que como já comentamos anteriormente, pode provocar avarias à carga e ao navio.

5.4 BANDA PERMANENTE

Banda

Ocorre quando a embarcação adquire uma inclinação para um dos bordos; seu valor é expresso em graus.

Quando a embarcação adquire uma inclinação permanente, diz-se que ela está com uma banda permanente.



A leitura da banda pode ser verificada num instrumento denominado inclinômetro. Essa banda permanente ocorre devido ao movimento transversal ou vertical do centro de gravidade da embarcação, proveniente da má distribuição de pesos.

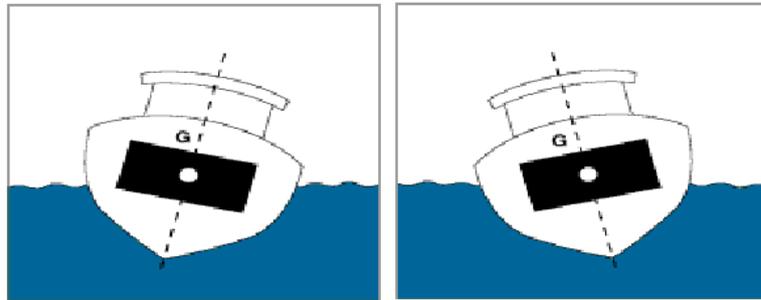
Para evitar essa situação, devemos estar atentos ao carregamento, fazendo com que a quantidade de peso embarcada em um bordo seja igual ao do outro.

Dependendo da posição do centro de gravidade da embarcação e das condições de estabilidade, deve-se evitar carregar peso excessivo acima deste ponto notável.

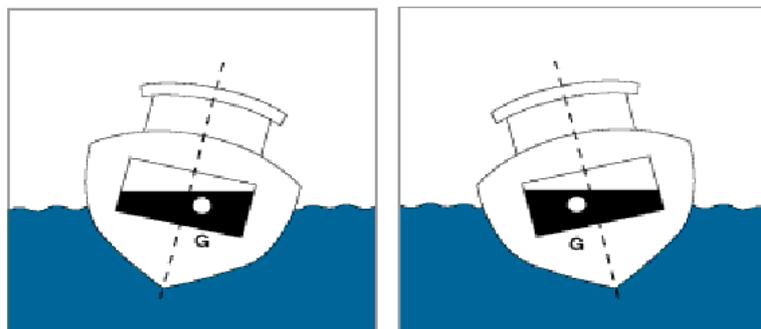
É importante também que a carga seja bem peada e escorada para evitar que a mesma se desloque da sua posição de estivagem, deslocando a posição do centro de gravidade do navio.

5.5 SUPERFÍCIE LIVRE NOS TANQUES DE COMBUSTÍVEL, AGUADA E LASTRO

Quando transportamos líquidos como água, combustível ou mesmo carga líquida em tanques completamente cheios eles não têm para onde se expandir com o movimento da embarcação e se comportarão como sólidos, conforme a figura.



Porém, se os tanques estiverem incompletos, ou seja, parcialmente cheios, quando do balanço da embarcação, os líquidos irão correr para o bordo inclinado. Observe com atenção a figura abaixo.

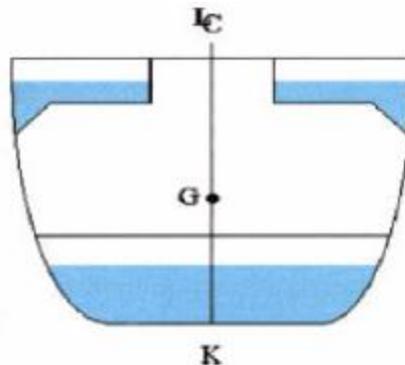


Analisando a figura acima, verificamos que, havendo superfície livre de líquido dentro do tanque, o líquido irá se deslocar para o bordo inclinado, fazendo com que o seu peso fique concentrado neste bordo. O movimento do líquido gera um braço de emborcamento adicional, reduzindo o braço de adriçamento da embarcação, o que compromete a estabilidade. A esse fenômeno se dá o nome de **efeito de superfície livre**.

5.5.1 Principais causas do efeito de superfície livre

As principais causas do efeito da superfície livre são:

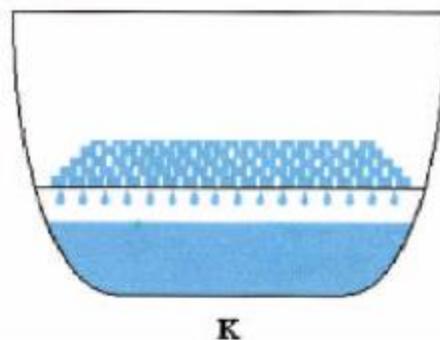
a) Tanques parcialmente cheios – esta situação é bastante comum, principalmente em embarcações de maior porte, onde existe uma série de tanques e muitos deles acima do centro de gravidade. Observe a figura abaixo.



Para evitar esta situação, recomenda-se que os tanques estejam sempre cheios ou totalmente vazios.

Vale citar o caso especial das embarcações de pesca, que armazenam uma quantidade muito grande de gelo para conservar o pescado. Porém, durante a faina de pesca, este gelo vai se transformando em água, que ficará acumulada no porão da embarcação, trazendo um efeito de superfície livre que, muitas vezes, compromete drasticamente a sua estabilidade.

b) Embarque de água ou água aberta – esta situação ocorre quando não há estanqueidade no convés principal ou no casco. A água que vai entrando, seja pelo convés ou pelo casco, vai se acumulando no porão e, dependendo da quantidade, poderá gerar um efeito de superfície livre. Veja a figura abaixo.



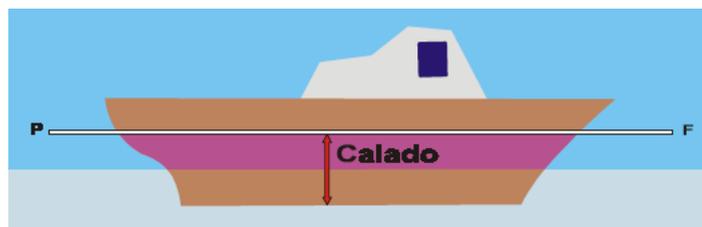
UNIDADE 6

ESTABILIDADE LONGITUDINAL

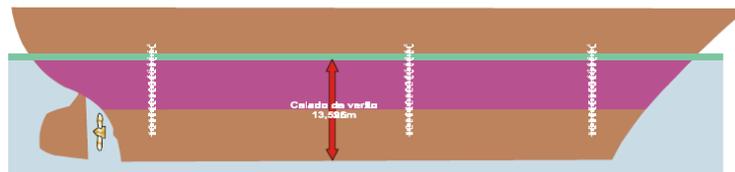
6.1 CALADOS E TRIM OU COMPASSO

Calados

Calado é a distância vertical compreendida entre o plano de base e a superfície da água onde flutua a embarcação.



Obrigatoriamente, em todas as embarcações, são marcados nos costados, a **BE** e a **BB**, a vante, a meio navio e a ré, as escalas numéricas dos calados.



O zero das escalas refere-se ao plano de base (fundo da embarcação).

Trim (t)

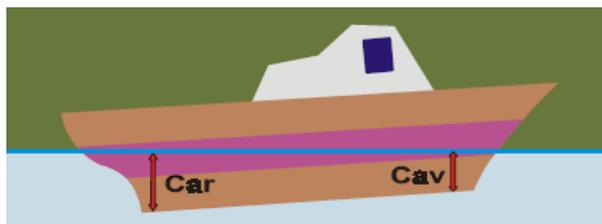
Também conhecido como compasso, é a diferença entre os calados a ré e a vante.

Esse valor pode ser calculado pela fórmula:

$$t = C_{ar} - C_{av}$$

Quando calculamos o compasso, sabemos se a embarcação se encontra derrabada, embicada ou em águas parelhas.

Embarcação derrabada



Ocorre quando o calado a ré é maior do que o calado a vante.

Observe o exemplo acima para a determinação do compasso da embarcação derrabada.

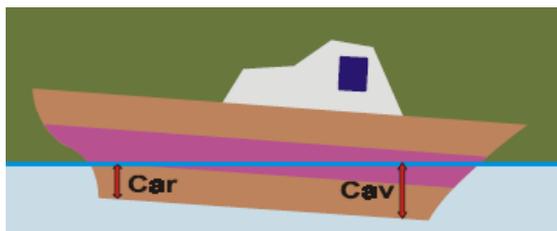
$$\text{Cav} = 2,50 \text{ m}$$

$$\text{Car} = 3,60 \text{ m}$$

$$t = \text{Car} - \text{Cav} = 1,10 \text{ m}$$

Nessa situação verificamos que a embarcação se encontra com o compasso ou trim positivo.

Embarcação embicada



Ocorre quando o calado a vante é maior do que o calado a ré.

Vamos calcular o compasso da embarcação na condição embicada com o seguinte exemplo:

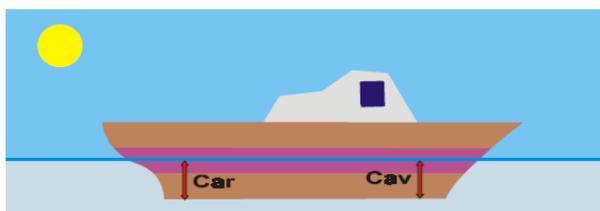
$$\text{Cav} = 2,80 \text{ m}$$

$$\text{Car} = 2,00 \text{ m}$$

$$t = \text{Car} - \text{Cav} = 2,00 \text{ m} - 2,80 \text{ m} = - 0,80 \text{ m.}$$

Observamos que o valor do compasso é negativo.

Embarcação em águas parelhas



Ocorre quando o calado a vante é igual ao calado a ré. Nessa situação a embarcação encontra-se sem compasso.

No exemplo abaixo vamos calcular o compasso em águas parelhas ou sem compasso:

$$\mathbf{C_{av} = 2,50 \text{ m}}$$

$$\mathbf{C_{ar} = 2,50 \text{ m}}$$

$$\mathbf{t = C_{ar} - C_{ar} = 0}$$

Observamos que o compasso ou trim é zero.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BRASIL. Ministério do Trabalho / Fundação Jorge Duprat de Figueiredo - FUNDACENTRO. **Operação nos Trabalhos de Estiva**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1991.
2. BRASIL. Ministério da Defesa. Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas. **Norma da Autoridade Marítima n. 2 (NORMAM 02)**. Rio de Janeiro, 2000.
3. FONSECA, Maurilio M. **Arte Naval**. 5. ed. Rio de Janeiro: SDGM, 1989. 916 p. ISBN 85-7047-051-7.