

ESTABILIDADE E FLUTUABILIDADE BÁSICA

Matéria básica para a realização
do Exame de Capitão Amador

Coordenação

PROF. DR. FABIO GONÇALVES DOS REIS
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
UNICAMP

BRASIL
2003

EDIÇÃO REVISADA

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

| | |
|-----------------------------------|------------|
| Dimensões lineares do navio | 01 à 04 |
| Dimensões volumétricas dos navios | de 05 à 06 |
| Deslocamento - Deadweight | de 07 à 08 |
| Flutuabilidade | de 09 à 10 |

CAPÍTULO -1-

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Estabilidade- | 11 |
| O centro de gravidade-G- | de 12 à 14 |
| O centro de Carena | de 15 à 19 |
| Conceitos da estabilidade | de 21 à 22 |
| Estabilidade estática inicial | de 23 à 27 |
| Estabilidade estática por GZ | de 27 à 29 |
| Estabilidade estática por GM | 29 |
| Obtenção da altura metacêntrica-GM- | 30 |
| Princípio do teste de Balanço | 31 |

CAPÍTULO -2-

| | |
|---|------------|
| Movimentação de cargas | 32 |
| Mudança de posição do centro de gravidade | 32 |
| Movimento do centro de gravidade | de 33 à 36 |

CAPÍTULO -3-

| | |
|---------------------------|------------|
| Equilíbrio de embarcações | de 37 à 39 |
| Superfície livre | de 40 à 41 |
| Regras básicas | 42 |

CAPÍTULO -4-

| | |
|------------------------------|------------|
| Banda Permanente | de 43 à 44 |
| Correção da banda permanente | 45 |

CAPÍTULO -5-

| | |
|---------------------------|------------|
| Estabilidade Longitudinal | 46 |
| Graus de liberdade | de 46 à 48 |
| Trim e Compasso | de 48 à 49 |

CAPÍTULO -6-

| | |
|----------------------------|------------|
| Esforços estruturais | 50 |
| Proteção da embarcação | 50 |
| Esforços longitudinais | de 51 à 52 |
| Exames e testes da Marinha | 53 |

Capítulo-4

BANDA PERMANENTE

BANDA PERMANENTE

É a situação em que a embarcação permanece inclinada, isto é, ela não fica adriçada quando em águas tranqüilas

Temos as seguintes situações para que ocorra a banda permanente:

1- Devido a má distribuição de pesos na embarcação.

A má distribuição de pesos pode causar banda permanente, e até mesmo levar a embarcação a emborcar, quando a resultante de todos os pesos a bordo for aplicada num ponto que esteja localizado fora da linha central da embarcação, ou seja, fora do plano diametral, isto é, quando a soma de todos os pesos de Bombordo não for igual a soma dos pesos a Boreste, causará uma banda permanente.

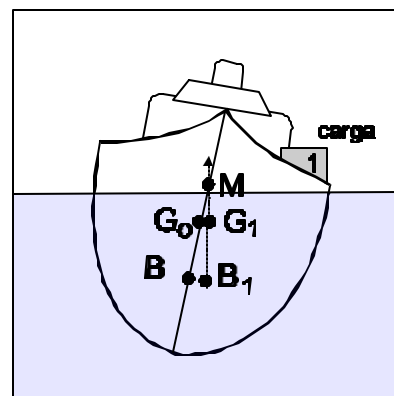


fig.81

2- Devido a altura metacêntrica igual a zero $GM = 0$

Quando a embarcação tem altura metacêntrica **GM** igual a zero, ele estará em **Equilíbrio Indiferente**.

Teóricamente ela ficará com qualquer inclinação numa faixa que vai de 0° até o ponto em que o metacentro começa a subir, criando um GM positivo, e portanto um braço de estabilidade.

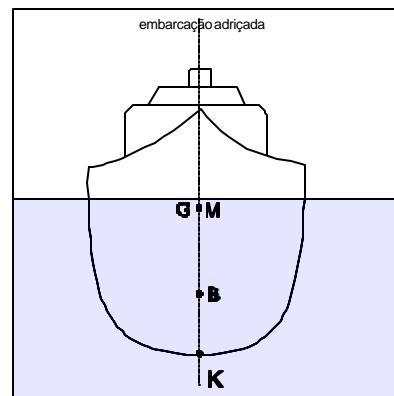


fig.82

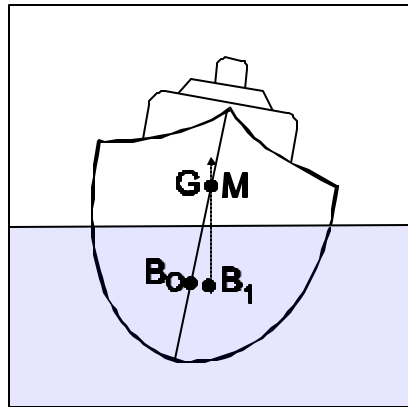


fig.83

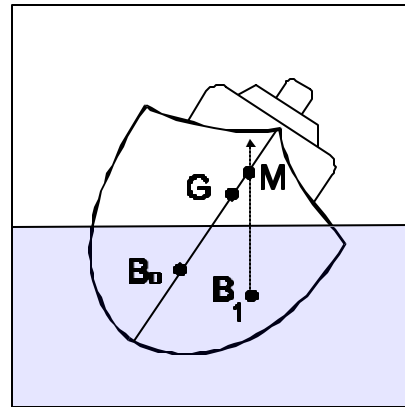


fig.84

3- Devido a altura metacêntrica inicial negativa. $GM < 0$

Nesta situação teremos:

$$GM = KM - KG$$

$$KG > KM$$

Nota-se que com a inclinação, o centro de carena move-se para o lado .
Se o centro de carena se mover para uma posição até a vertical que passa por G, o braço de estabilidade se torna igual a zero .

A esse ângulo de inclinação dá-se o nome de “**ângulo de indiferença**” .
Nesse ângulo $GM = 0$.

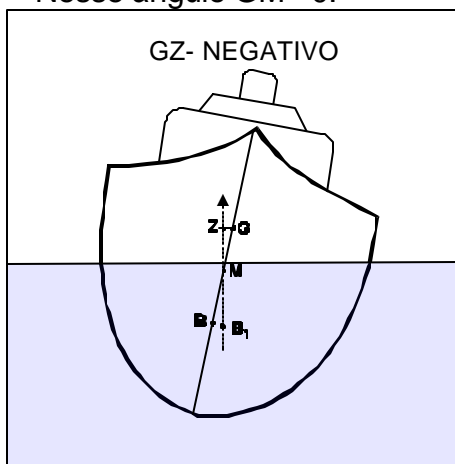


fig.85

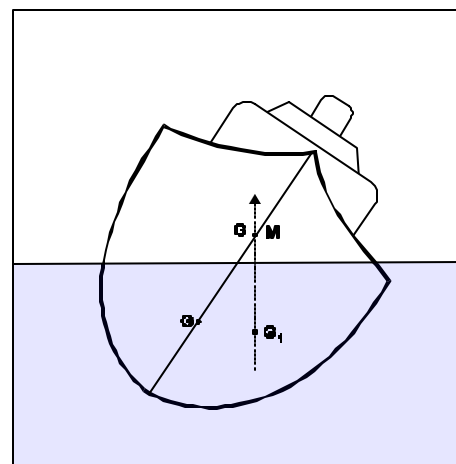


fig.86

Se a partir daí o ângulo de inclinação aumenta aparece então um braço de estabilidade e a embarcação vai oscilar em torno do ângulo de indiferença em vez de o fazer em torno da vertical de adriçamento.

| |
|-------------------------------------|
| CORREÇÃO DA BANDA PERMANENTE |
|-------------------------------------|

Para se corrigir a banda permanente teremos que saber exatamente quais são as causas, pois podemos agravar o problema.

As duas causas prováveis da banda permanente são

- má distribuição dos pesos a bordo
- “GM” negativa

Quatro são as soluções possíveis:

- a) aliviar pesos situados acima de “G”.
Seria uma situação de descarregar, mas só em condições de se estar no porto.
- b) remover para baixo os pesos situados acima de “G”.
Remover carga do convés para o porão ou também remover líquidos de tanques elevados para tanques de fundo duplo.
- c) adicionar pesos abaixo de “G”.
Estando no porto, esta é uma providência recomendável. Em viagem esta providência não é possível restará o recurso de “Lastrar” com água salgada os tanques vazios de fundo duplo.
- d) corrigir superfícies livres se existentes.

Resposta dada por um capitão de Longo Curso sobre a alteração da estabilidade durante uma viagem.

De um modo geral o GM de um navio é bem grande, e o braço de adriçamento também...logo pequenas mudanças de consumo não costumam afetar ou criar bandas na estabilidade.

Mas em viagens muito longas como do Brasil ao Golfo Pérsico aonde o consumo de combustível nos VLCC’s pode ser de 80 toneladas dia , usamos os tanques de lastro para compensar o consumo de óleo combustível. De água não se tem problema porque regra geral todo navio tem destiladores de água, que produzem em média 30 toneladas por dia, logo o consumo de água não é levado em consideração, pois se repõe rapidamente.

Nos graneleiros , aonde o balanço muito forte pode deslocar a carga e criar uma banda permanente , usamos tanques de lastro alto para diminuir o GM e com isto conseguimos balanços mais suaves o que impede a carga de correr.

O fundo do navio, é como se fosse uma colméia de tanques, muitos deles de lastro e com isto, se corrige com facilidade qualquer modificação de trim da embarcação.

Geraldo

Capítulo-2

MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS

MUDANÇA DE POSIÇÃO DO CENTRO DE GRAVIDADE

Consideremos uma tábua e um peso em situação de equilíbrio, como figura abaixo.

Quando colocamos um peso exatamente em cima do Centro de Gravidade - G - verificamos que não houve alteração na posição de G e a tábua continua em equilíbrio.

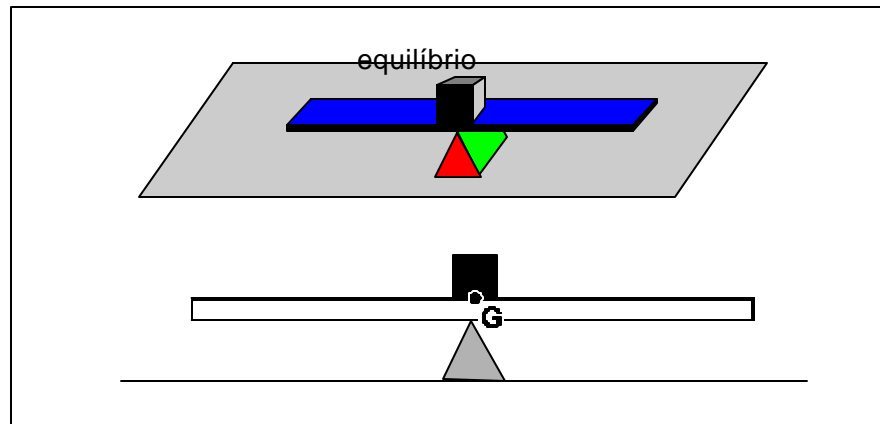


fig.58

Quando movemos o peso para uma das pontas, verificamos que se perde a situação de equilíbrio, mas se formos movendo o ponto de apoio, vamos achar um novo ponto de equilíbrio para o sistema. (figura abaixo).

Explica-se esta situação considerando que o centro de gravidade -G- deslocou-se em direção ao peso movido.

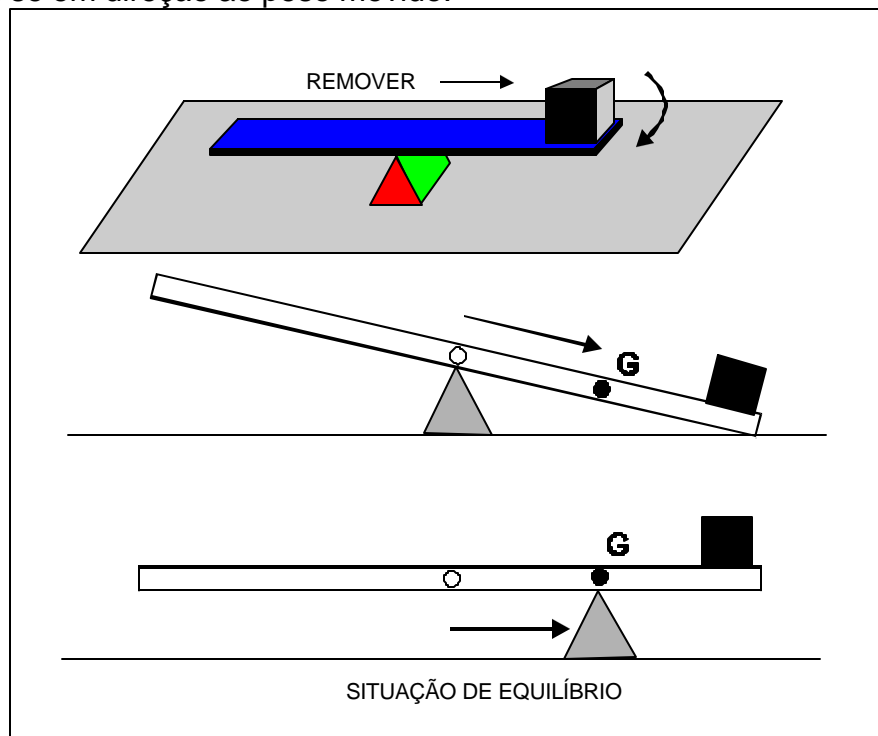


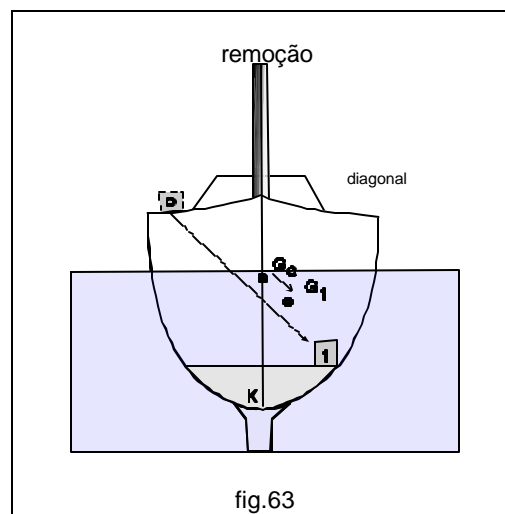
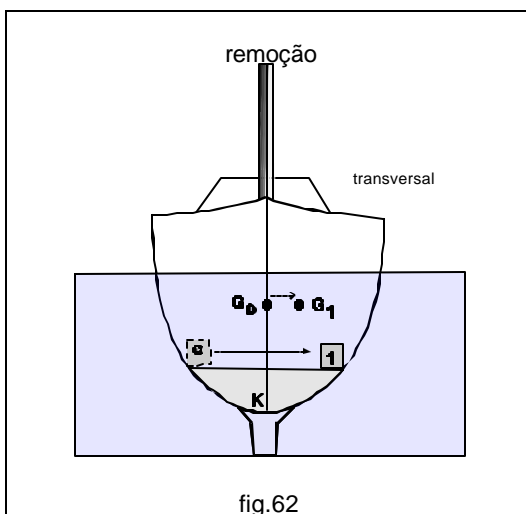
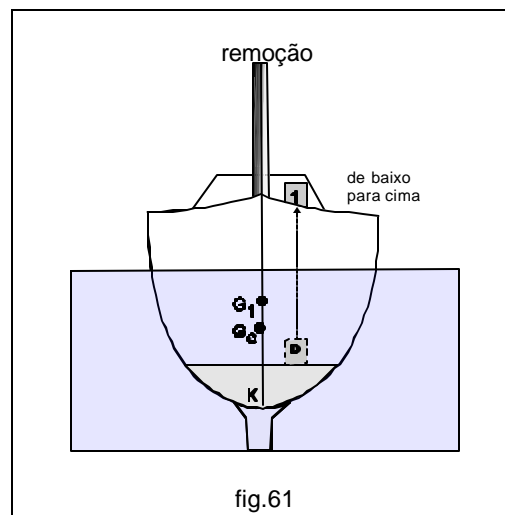
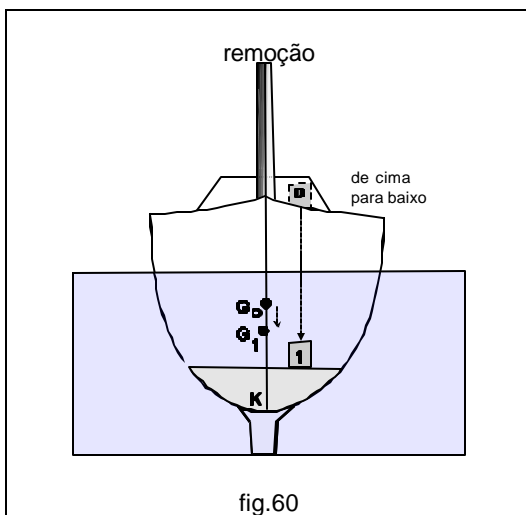
fig.59

MOVIMENTO DO CENTRO DE GRAVIDADE EM UMA EMBARCAÇÃO

O **-G-** Centro de Gravidade se move quando há:

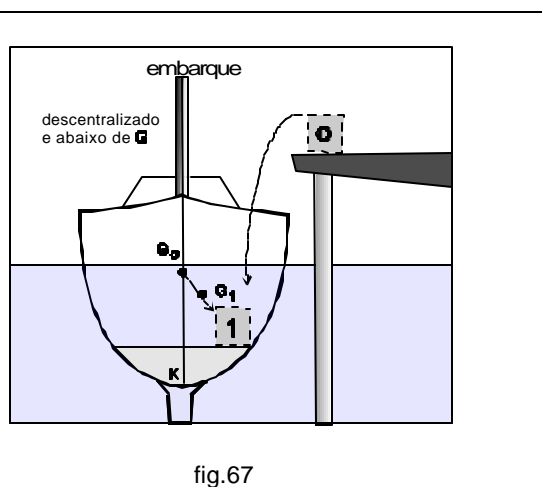
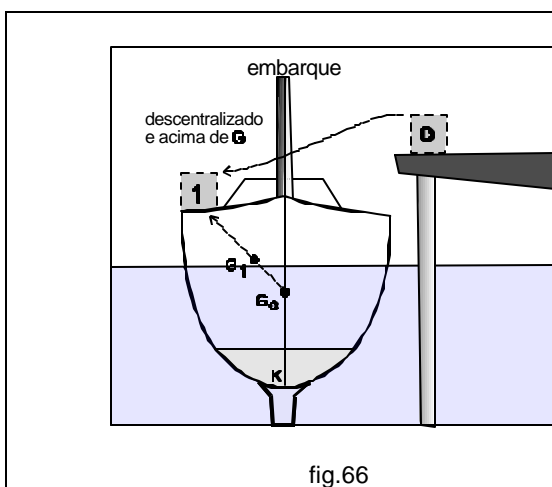
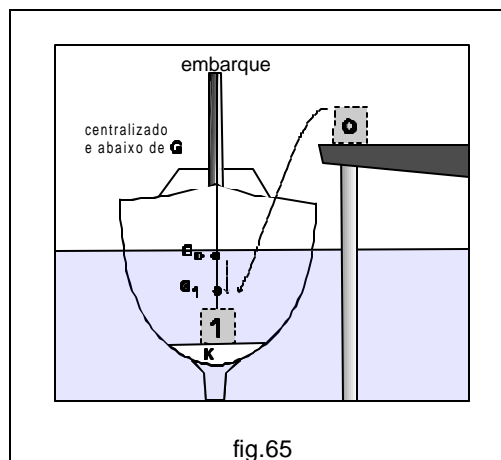
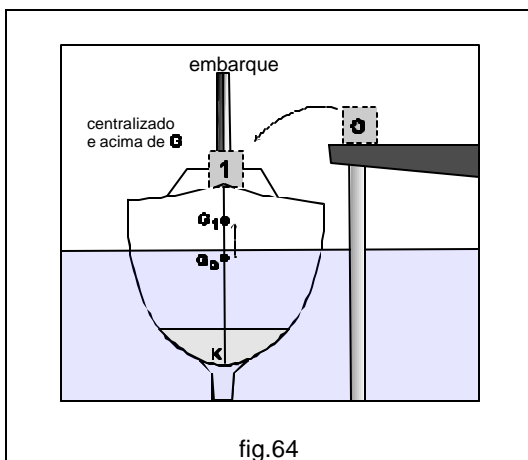
1. **Movimentação de Pesos. (Remoção)**

O Centro de Gravidade movimenta-se **paralelamente** ao movimento do peso movido a bordo.



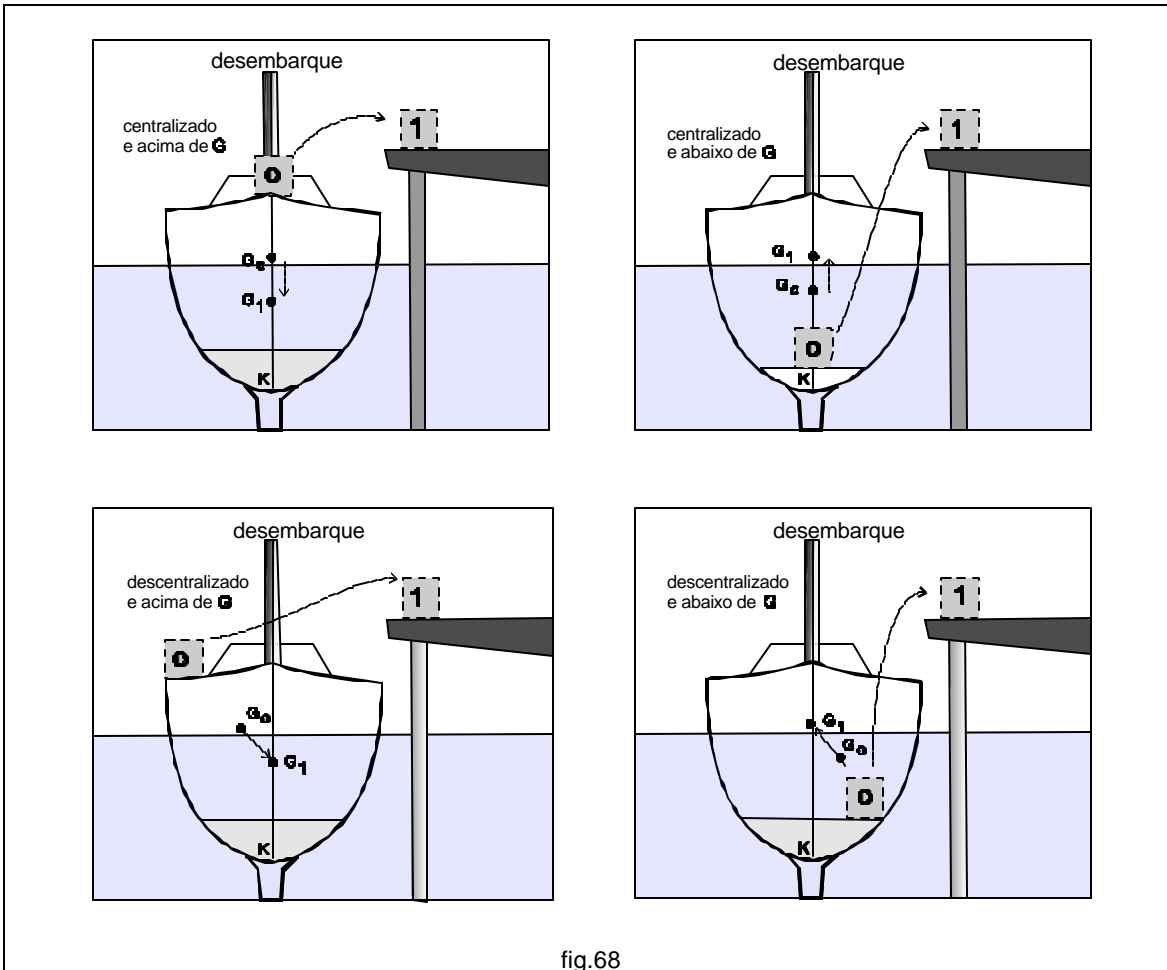
2. Embarque de Cargas.

O Centro de Gravidade movimenta-se em direção ao peso embarcado.



3. Desembarque de Cargas.

O Centro de Gravidade movimenta-se em direção contrária ao peso embarcado



4. **Elevação de Pesos**

Quando a carga é içada, temos a mesma situação da remoção de carga, onde o centro de gravidade se desloca paralelamente ao movimento da carga. (vide figura)

Certamente a Cota do Centro de Gravidade -KG- muda.

