

Disciplina: EST-1

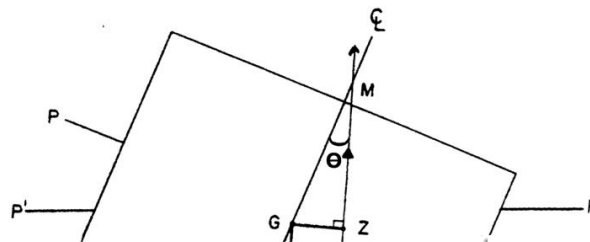
Professor: Quintana

TÓPICO 10: BRAÇO DE ESTABILIDADE (GZ) E MOMENTO DE ESTABILIDADE (Me)

1) BRAÇO DE ESTABILIDADE (GZ)

⇒ Quando o navio aderna, as forças peso e empuxo formam um binário, cujo braço é denominado BRAÇO DE ESTABILIDADE (GZ) (figura 1).

Figura 1:



Logo, teremos para pequenos ângulos: $GZ = GM \cdot \text{sen } \theta$

Exemplo 1: Um navio deslocando 4500 t, apresenta altura metacêntrica de 2,36 m. Determinar o braço de estabilidade para os seguintes ângulos: 4°, 6°, 10° e 12°.

Lista de Exercícios 21

01) O navio Leblon deslocando 6000 t apresenta $KG = 7,23$ m e $KM = 8,58$ m. Determinar o braço de estabilidade para os seguintes ângulos: 6° , 9° e 12° .

02) O navio Comandante Lucélia, para o deslocamento leve de 5120 t, apresenta $KG = 5,23$ m e $KM = 5,91$ m. Efetuando as seguintes operações de carregamento: Tanque nº 09 = 88 t ($Kg = 0,75$ m), tanque nº 10 = 105 t ($Kg = 0,57$ m) e porão nº 01 = 1021 t ($Kg = 4,12$ m). Com base nestes dados e considerando a cota do metacentro inalterada, determine ao final das operações de carregamento:

- a) a cota do centro de gravidade;
- b) a altura metacêntrica;
- c) o porte bruto atual.
- d) o braço de estabilidade para os seguintes ângulos: 7° , 10° e 12° .

03) Com base na tabela de dados hidrostáticos do navio SD-14, sabendo-se que o calado a vante vale 5,48 m e o calado a ré 6,52 m. Determine:

- a) A cota do metacentro
- b) A altura metacêntrica, considerando a cota do centro de gravidade igual a 7,80 m.
- c) o braço de estabilidade para os seguintes ângulos: 5° , 9° e 11° .

2) MOMENTO DE ESTABILIDADE (Me)

⇒ Quando o navio aderna, as forças peso e empuxo formam um binário, cujo momento é denominado MOMENTO DE ESTABILIDADE (Me).

Temos: $Me = \Delta \cdot GZ$

⇒ Me é a real medida da estabilidade do navio. Dessa forma, expressa a medida da intensidade de retorno à posição inicial.

Exemplo 2: Um navio deslocando 11000 t, apresenta um braço de estabilidade para o ângulo de 5° de 0,0752 m. Determine o momento de estabilidade para este ângulo de adernamento.

Exemplo 3: Um navio deslocando 5000 t, apresenta altura metacêntrica de 1,25 m. Determinar o momento de estabilidade para os seguintes ângulos: 4° e 12°.

Lista de Exercícios 22

01) O navio Copacabana deslocando 6000 t, apresenta KG = 8,36 m e KM = 9,72 m. Determinar o momento de estabilidade para os seguintes ângulos: 6° e 11°.

02) O navio Comandante Brasil, para o deslocamento leve de 4520 t, apresenta KG = 6,32 m e KM = 7,13 m. Efetuando as seguintes operações de carregamento: Tanque nº 09 = 108 t (Kg = 0,65 m), tanque nº 10 = 98 t (Kg = 0,81 m) e a coberta do porão nº 02 = 1012 t (Kg = 6,41 m). Com base nestes dados e considerando a cota do metacentro inalterada, determine ao final das operações de carregamento:

- a) a cota do centro de gravidade;
- b) a altura metacêntrica;
- c) o porte bruto atual.
- d) o braço de estabilidade para o ângulo de 11°,
- e) o momento de estabilidade para o ângulo de 11°.

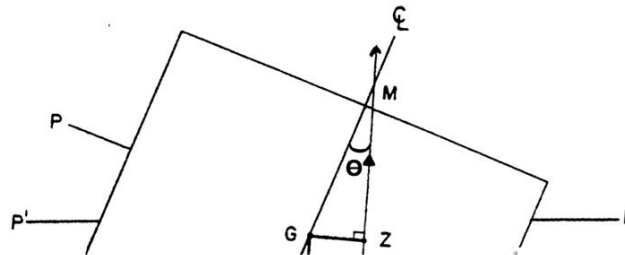
03) Com base na tabela de dados hidrostáticos do navio SD-14, sabendo-se que o calado a vante vale 7,96 m e o calado a ré 8,44 m. Determine:

- A cota do metacentro
- A altura metacêntrica, considerando a cota do centro de gravidade igual a 7,45 m.
- o braço de estabilidade para os seguintes ângulos: 9° e 12° .
- o momento de estabilidade para os seguintes ângulos: 9° e 12° .

3) CONVENÇÃO DE SINAIS PARA GZ e Me

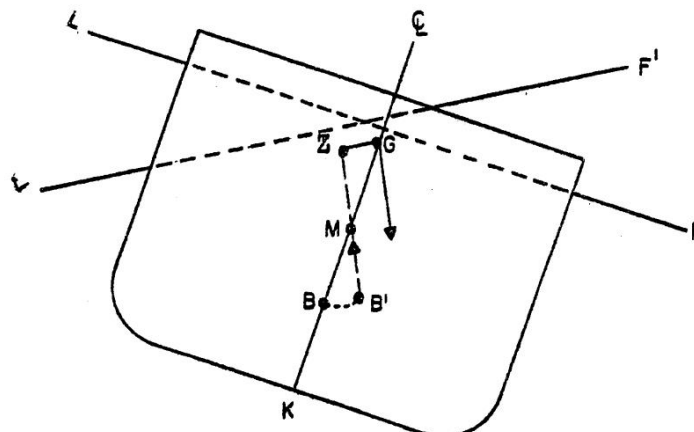
$\Rightarrow Me > 0, GZ > 0$: o momento contraria a inclinação do navio, que tenderá a voltar para a posição de equilíbrio (figura 2). Neste caso, ME é chamado de **Momento de Adricamento ou de Endireitamento** e GZ é o Braço de Adricamento ou de Endireitamento.

Figura 2:



$\Rightarrow Me < 0, GZ < 0$: o momento colabora com a inclinação do navio, que tenderá a se afastar mais ainda da posição de equilíbrio. Neste caso, Me é chamado de **Momento de Emborcamento** e GZ é o Braço de Emborcamento (figura 3).

Figura 3:



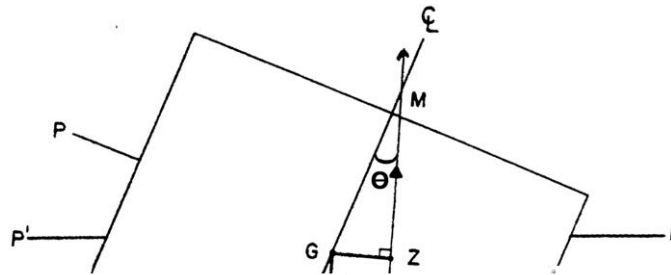
4) ESTADO DE EQUILÍBRIO DE UMA EMBARCAÇÃO

4.1) EQUILÍBRIO ESTÁVEL

⇒ O navio, ao adernar, volta, naturalmente, à sua posição de equilíbrio (figura 4).

⇒ Nesta condição: $GZ \neq 0$; $Me > 0$; $KM > KG$; $GM > 0$

Figura 4:

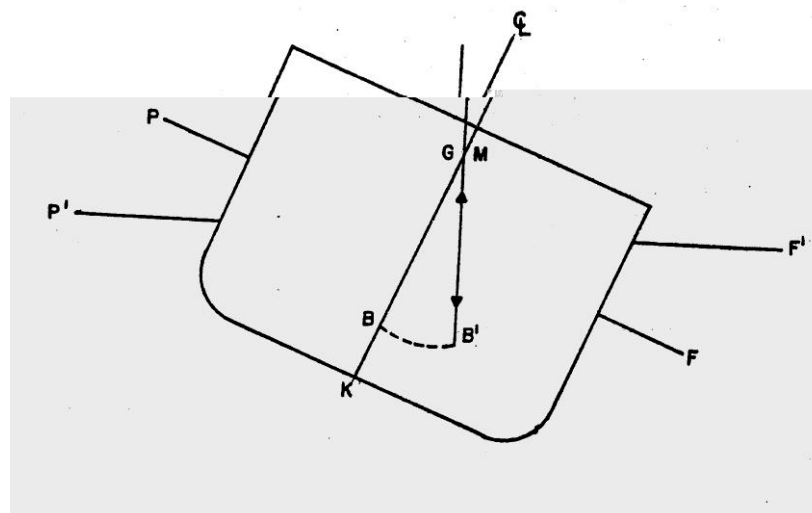


4.2) EQUILÍBRIO INDIFERENTE

⇒ O navio estará em equilíbrio, seja qual for a sua posição, não havendo tendência a retornar a posição de adriçado (figura 5).

⇒ Nesta condição: $GZ = 0$; $Me = 0$; $KM = KG$; $GM = 0$

Figura 5:

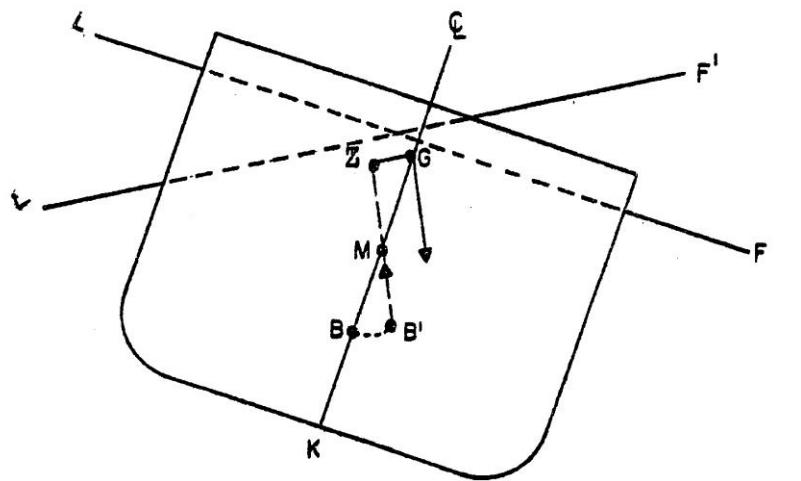


4.3) EQUILÍBRIO INSTÁVEL

⇒ O navio, ao adernar, tende a adquirir banda cada vez maior (figura 6).

⇒ Nesta condição: $GZ \neq 0$; $M_e < 0$; $KM < KG$; $GM < 0$

Figura 6:



Importante:

→ Quando o navio estiver em equilíbrio instável, ele não conseguirá retornar à posição vertical e continuará a adernar até emborcar. Isso ocorre porque o momento restaurador é negativo.

→ Se o navio estiver em equilíbrio instável, ele não conseguirá retornar à posição vertical e continuará a adernar até emborcar.

→ Destas três condições de equilíbrio, demonstramos que a situação indiferente quanto a instável são indesejáveis, pois o navio perde sua capacidade de adriçamento após cada inclinação, podendo emborcar.

Figura 7:

