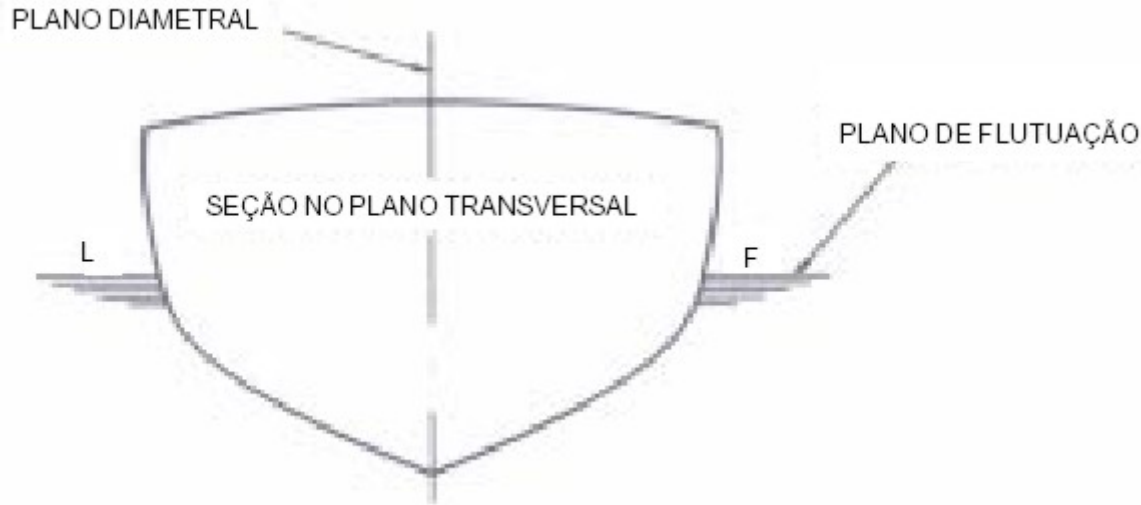


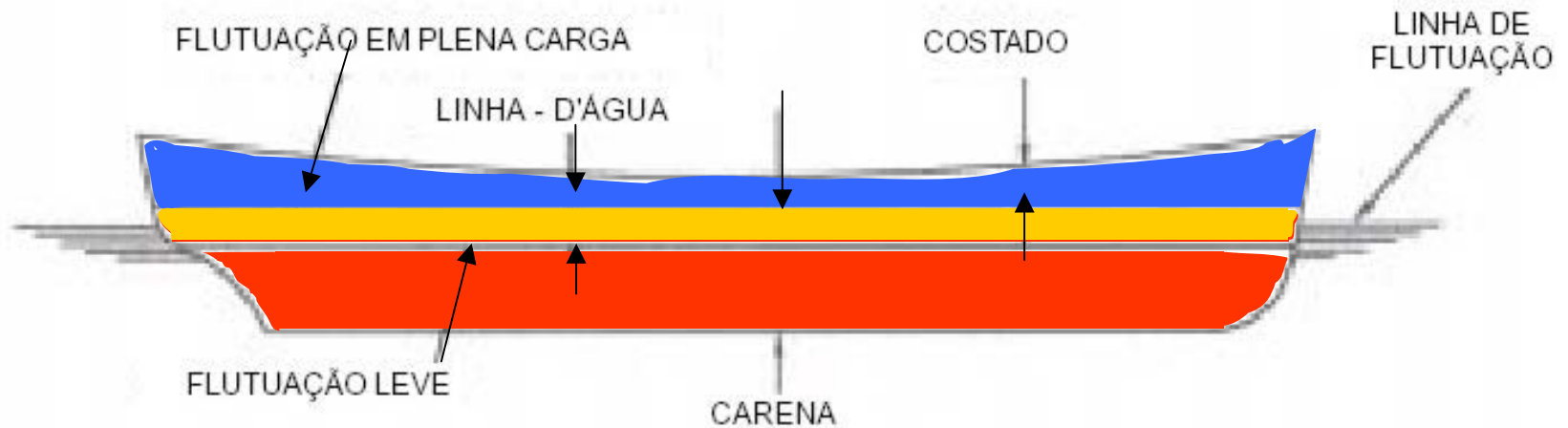
GEOMETRIA DO NAVIO



DEFINIÇÕES



- **Plano diametral** – plano de simetria ou plano longitudinal
- **Plano de flutuação**
- **Plano transversal**



Linha de flutuação: interseção da superfície da água com o contorno exterior do navio

Flutuação em plena carga

Flutuação leve

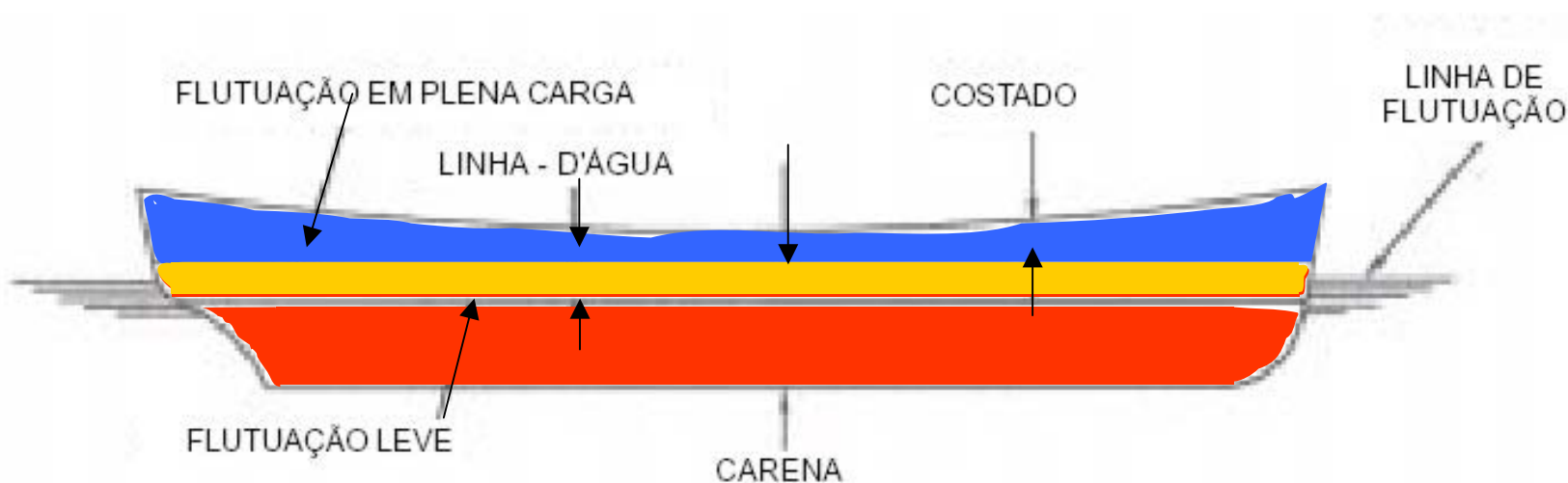
Flutuações diretas: Quando o navio não está inclinado, as flutuações em que poderá ficar são paralelas.

Flutuações isocarenas: Quando dois planos de flutuação limitam volumes iguais de água deslocada. (*Exemplo: quando o navio se inclina lateralmente*)



Linha d'água projetada ou flutuação de projeto: é a principal linha de flutuação que o construtor estabelece no desenho de linhas do navio – *Corresponde a flutuação em plena carga*

Zona de flutuação



Área de flutuação: área limitada por uma linha de flutuação

Área da linha d'água: área limitada por uma linha d'água no projeto do navio

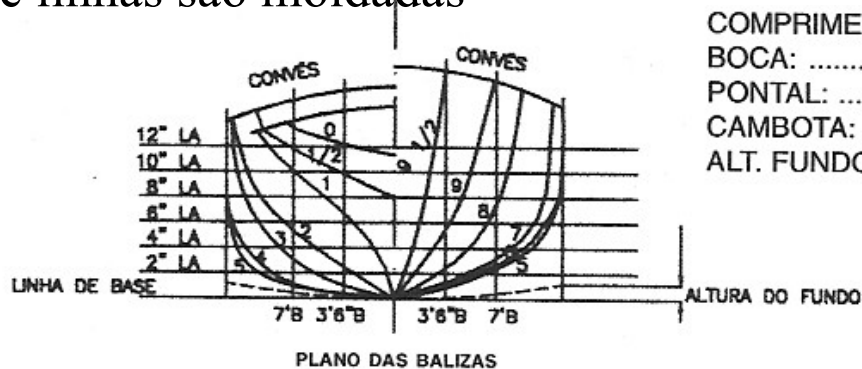
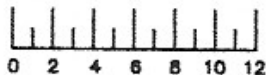
Superfície moldada:



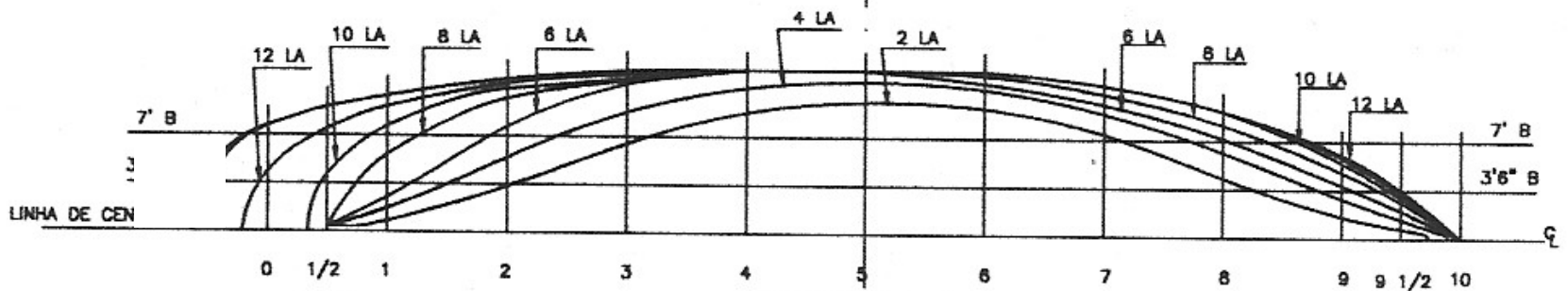
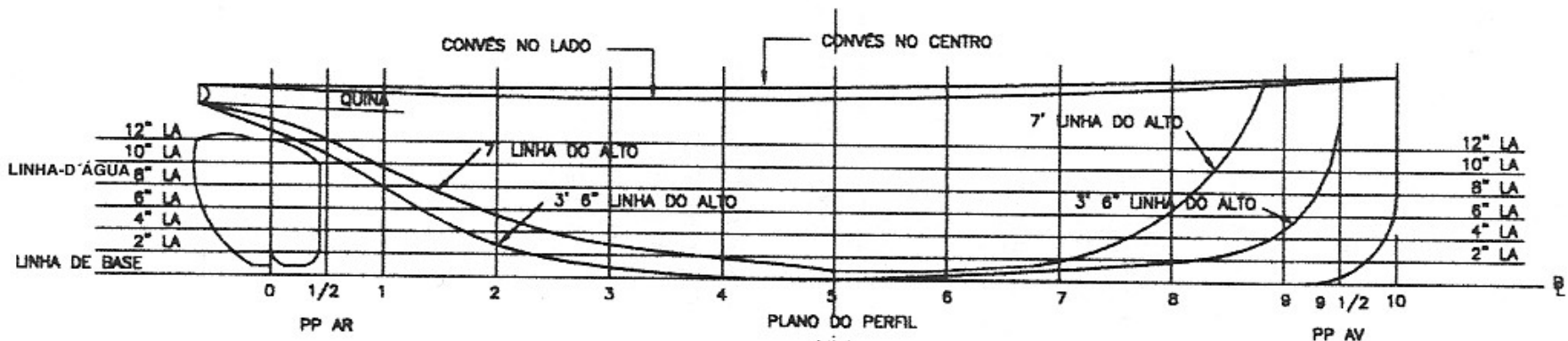
Linhas moldadas: são as linhas do navio referidas à superfície moldada

As linhas do desenho de linhas são moldadas

ESCALA



COMPRIMENTO ENTRE PP: 93' 6"
 BOCA: 25' 0"
 PONTAL: 13' 0"
 CAMBOTA: 0"
 ALT. FUNDO: 1' 3"



Volume da carena: é o volume entre a superfície molhada e um dado plano de flutuação

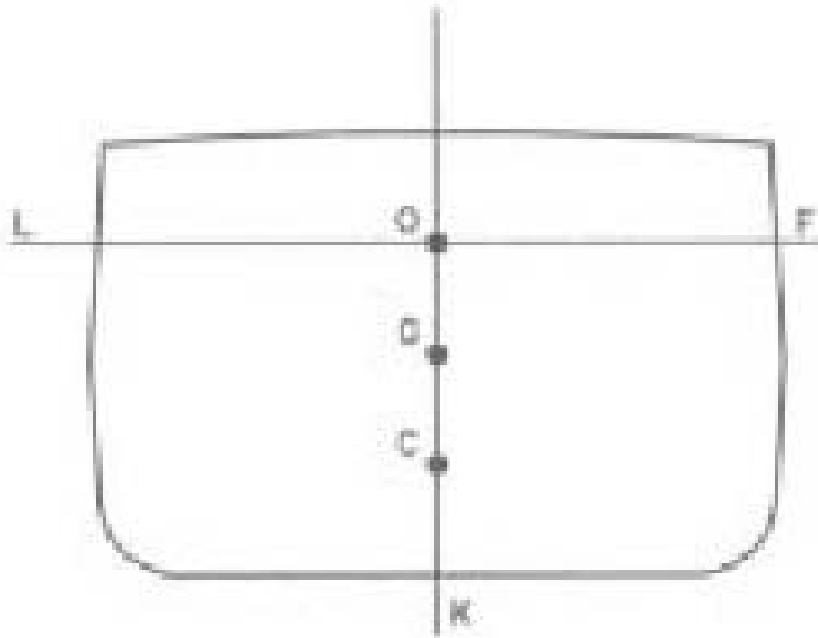
Para embarcações de aço, o volume da carena é calculado pelo volume do deslocamento moldado mais o do forro exterior e dos apêndices (leme, hélice, pés de galinha, bolina, etc.)

Curvatura do vau:

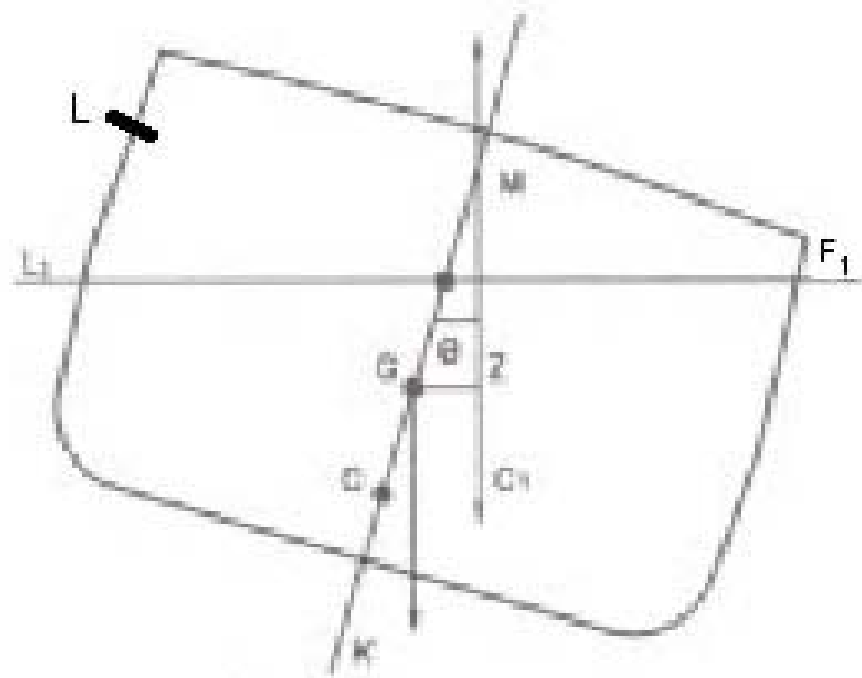


Mediana: Interseção de um pavimento com o plano diametral do navio

Centro de gravidade de um navio:
Flutuabilidade - Estabilidade



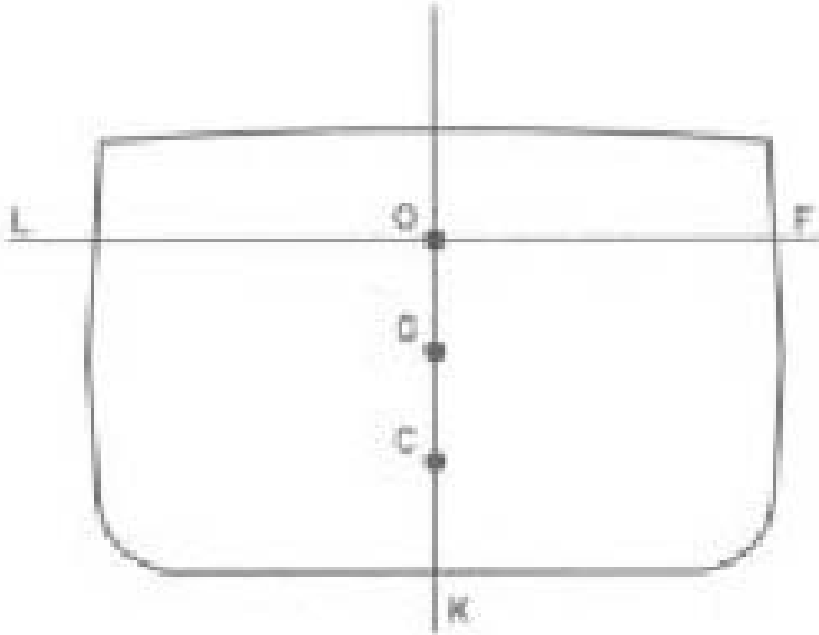
NAVIO APRUMADO



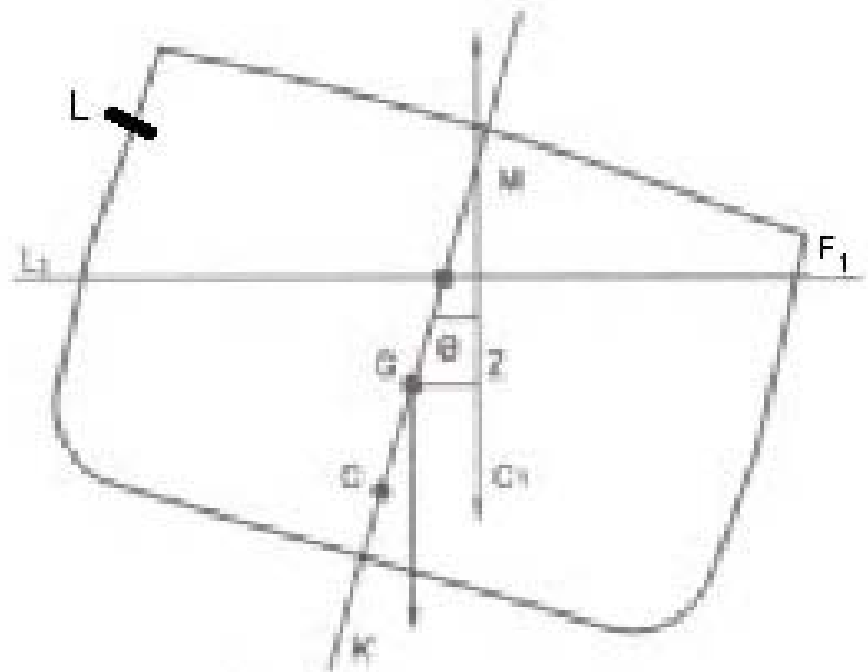
NAVIO ADERNADO

• **Centro de carena, de empuxo ou de volume:**

- É o centro de gravidade do volume da água deslocada (C)
- É o ponto de aplicação da força de empuxo



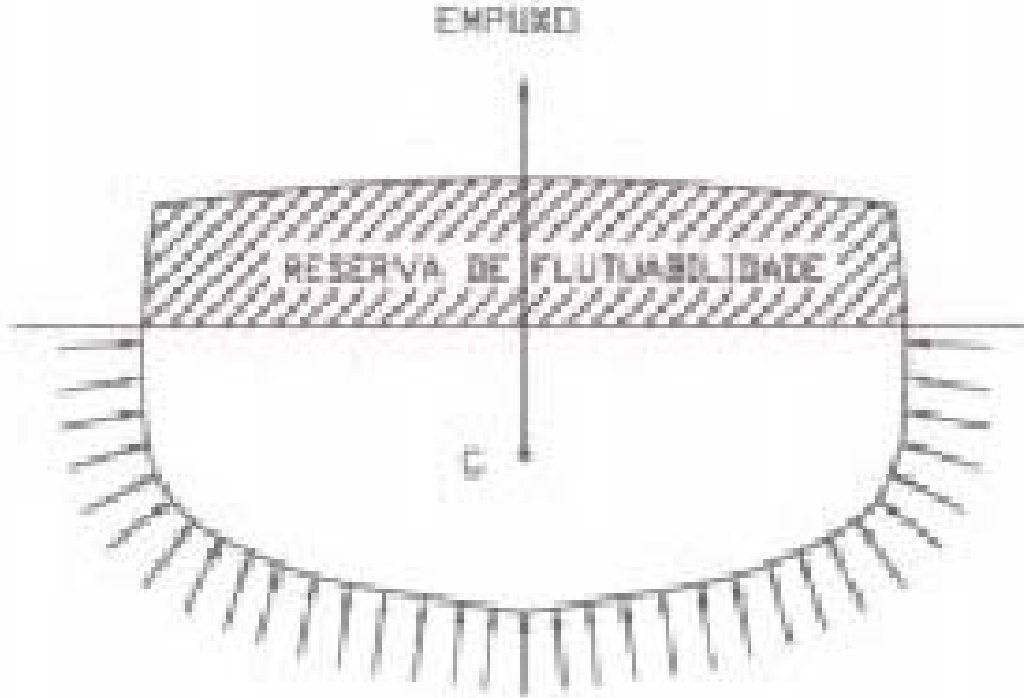
NAVIO APRUMADO



NAVIO ADERNADO

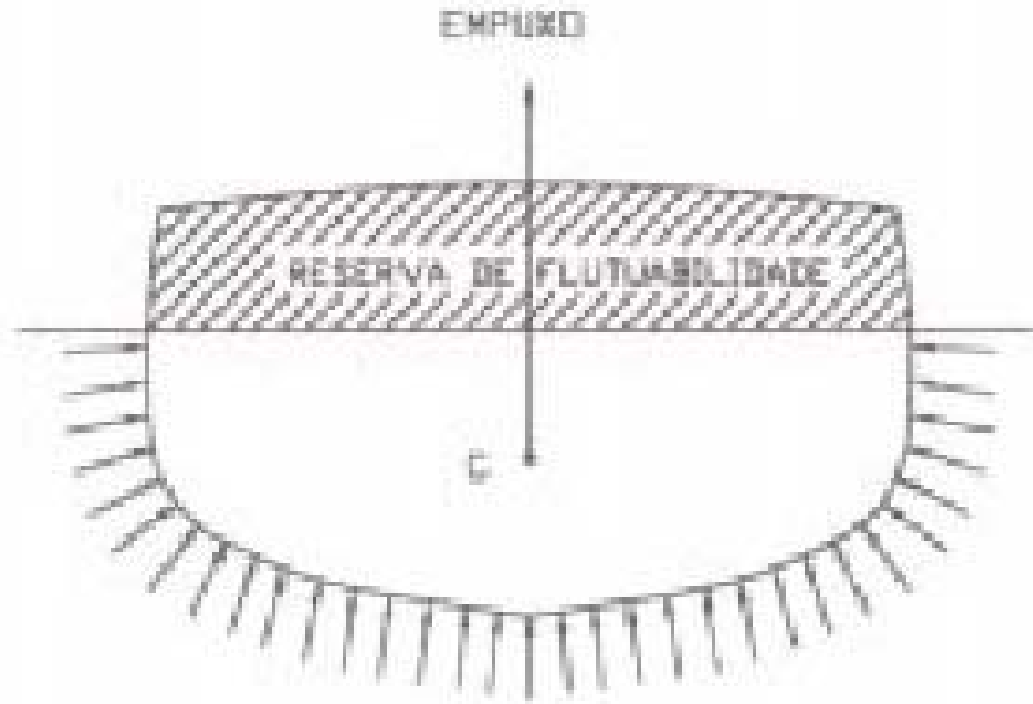
- **Centro de carena, de empuxo ou de volume:**
 - O CG do navio deve estar na vertical do CC
 - E a uma distância para cima não muito grande

- **EQUILÍBRIO ESTÁVEL**



- **Centro de flutuação:**
 - É o centro de gravidade da área de flutuação

•Empuxo



•Exemplo:

•Orifício de $0,10 \text{ m}^2$ a 5 metros de profundidade. Qual a força agindo no tampão

$$F = P \times A \qquad F = \gamma \times h \times A$$

$$F = 1.026 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \times 5\text{m} \times 0,1\text{m}^2 \qquad F = 523\text{kgf}$$

•Empuxo

- Força horizontal, na direção longitudinal do navio
- Força horizontal, na direção transversal do navio
- Força vertical

•Flutuabilidade

- Propriedade de um corpo de permanecer na superfície da água

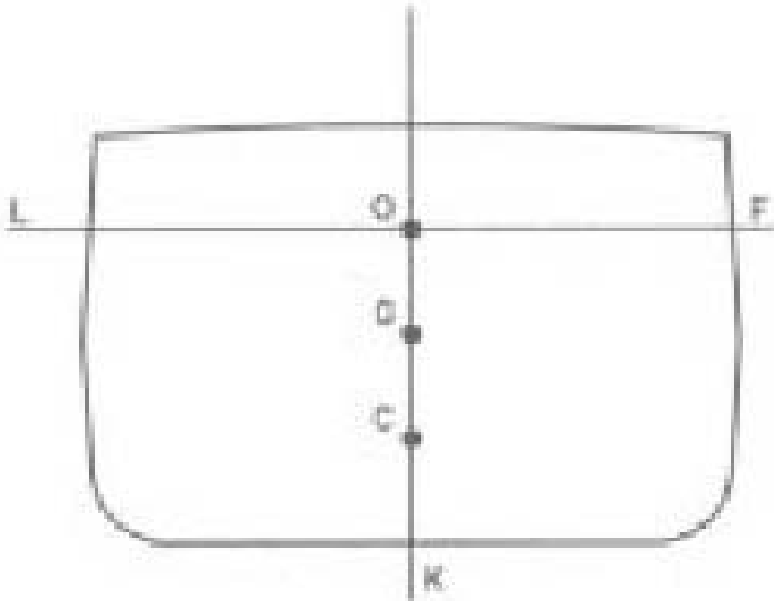
•Reserva de flutuabilidade

- Volume da parte do navio acima da superfície da água e que pode ser tornada estanque

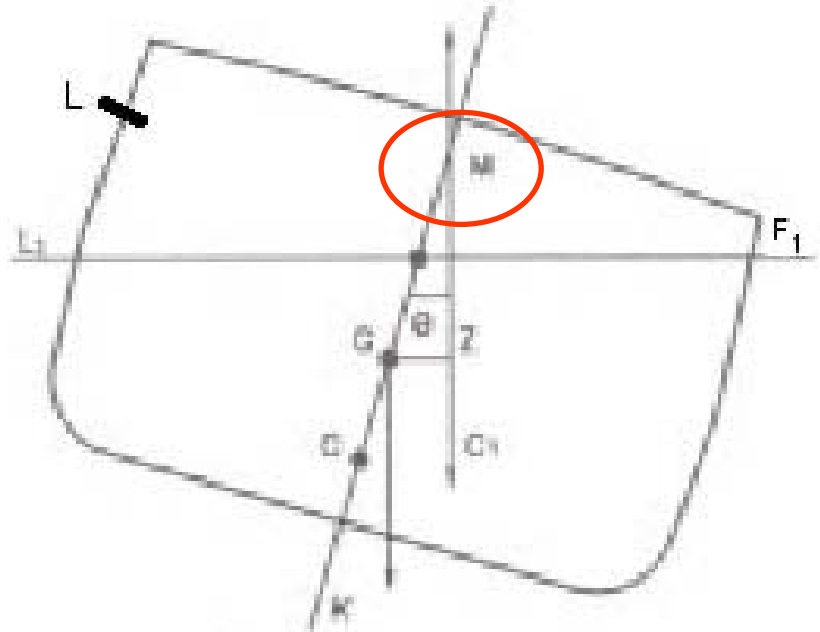
•Borda livre

- Distância entre a superfície da água e a borda
- A borda livre mínima é marcada no costado

Metacentro transversal



NAVIO APRUMADO



NAVIO ADERNADO

GZ → braço de endireitamento

GM → altura metacêntrica

θ → ângulo de inclinação

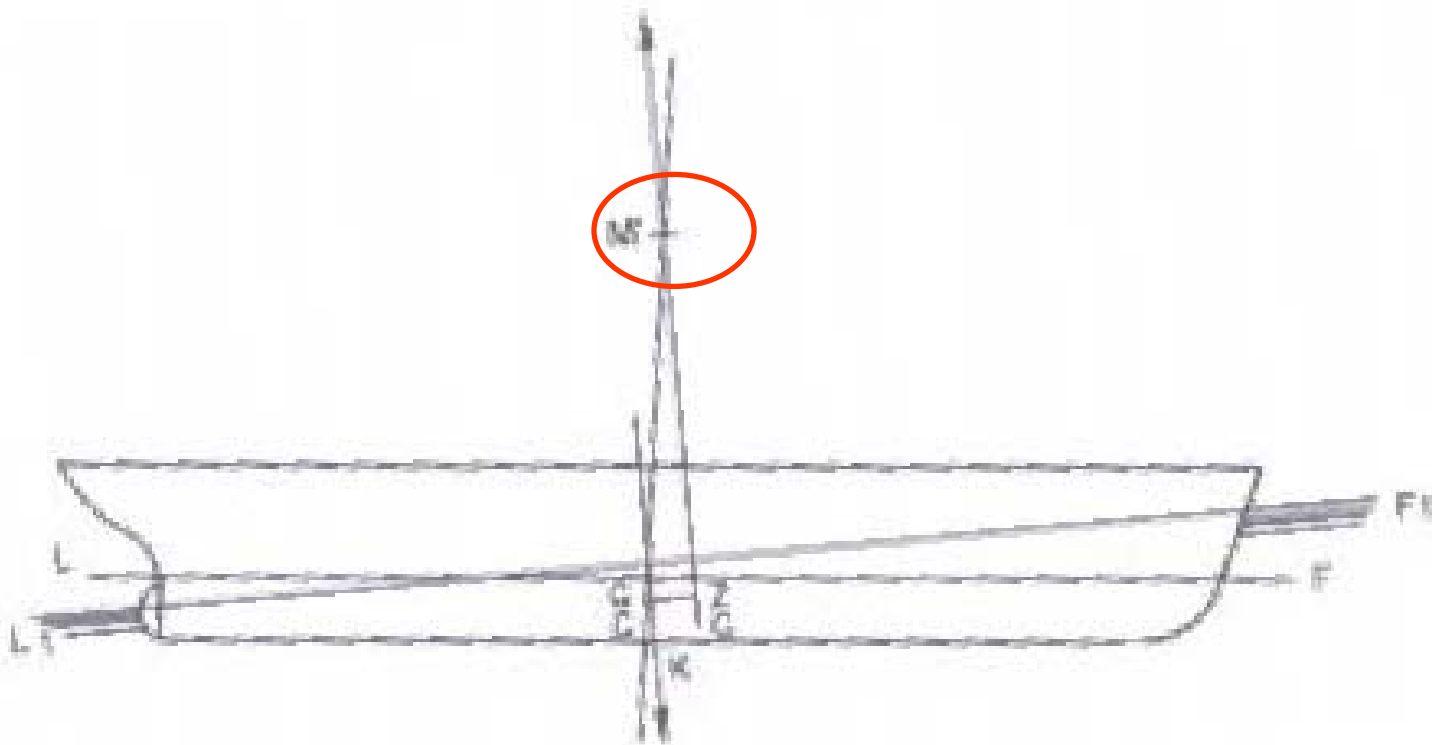
ME → momento de endireitamento

W → deslocamento do navio

$$GZ = GM \times \text{sen } \theta$$

$$ME = W \times GZ$$

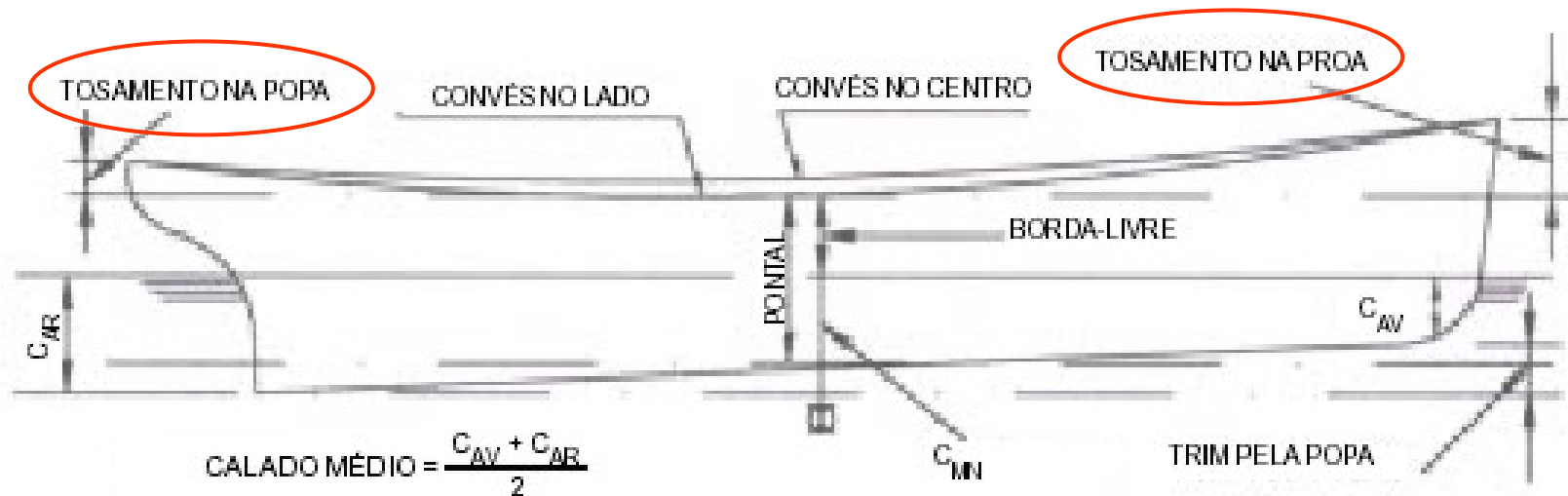
Metacentro longitudinal



- **Raio metacêntrico transversal** – É a distância MC entre o metacentro transversal e o centro de carena C
- **Raio metacêntrico longitudinal** – É a distância $M'C$ entre o metacentro longitudinal e o centro de carena C
- **Altura metacêntrica** – É a distância entre o centro de gravidade G do navio e o metacentro

● **Tosamento** – É a curvatura que apresenta a cinta de um navio quando projetada sobre um plano vertical longitudinal

– Determina a configuração do convés principal



● **Alquebramento** – É a curvatura da quilha quando apresenta convexidade para cima

- Ocorre como uma deformação permanente causada por fraqueza estrutural ou avaria
- É o inverso do tosamento

● **Altura do fundo ou pé de caverna**



● **Adelgaçamento** – Curvatura ou inclinação para dentro, que tem o costado do navio acima do vau mais comprido



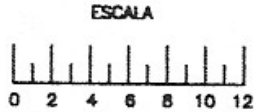
● **Alargamento** – Curvatura ou inclinação para fora, do costado do navio

● Muito comum na região de proa

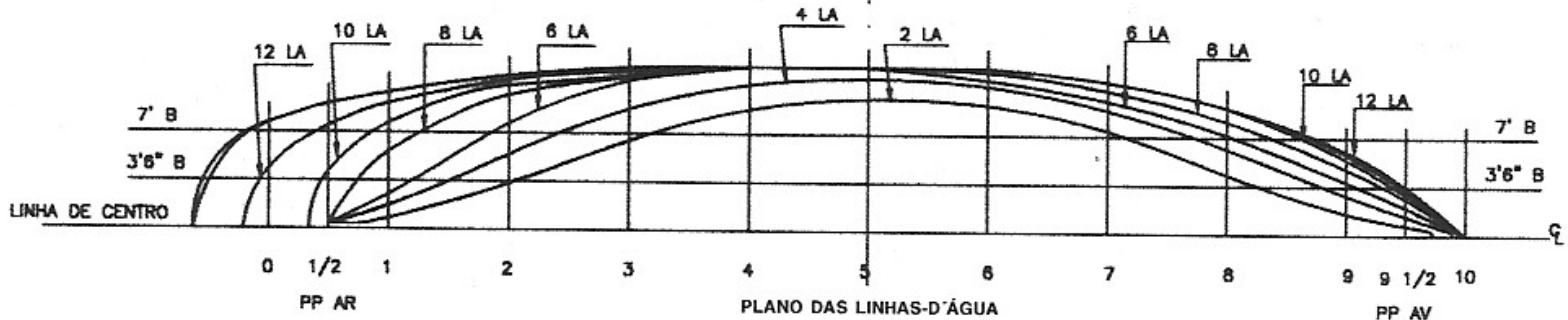
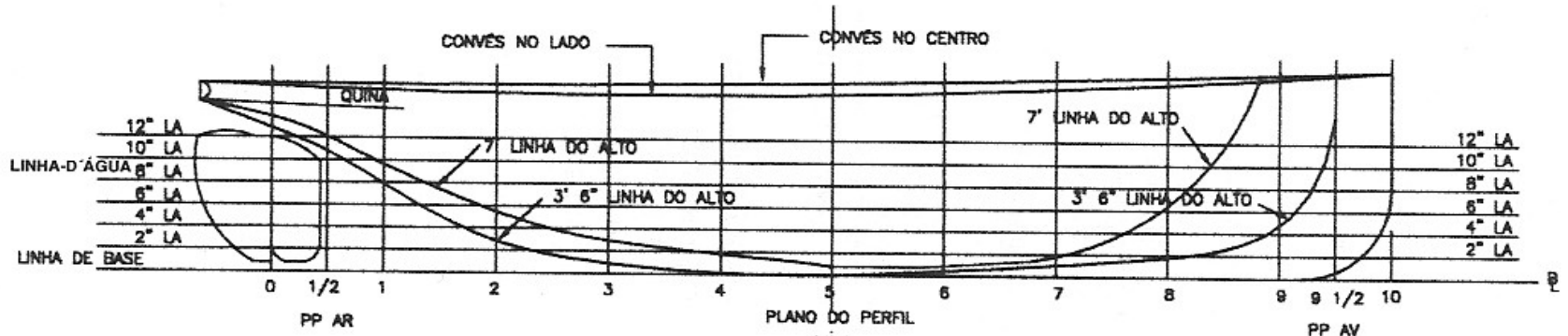
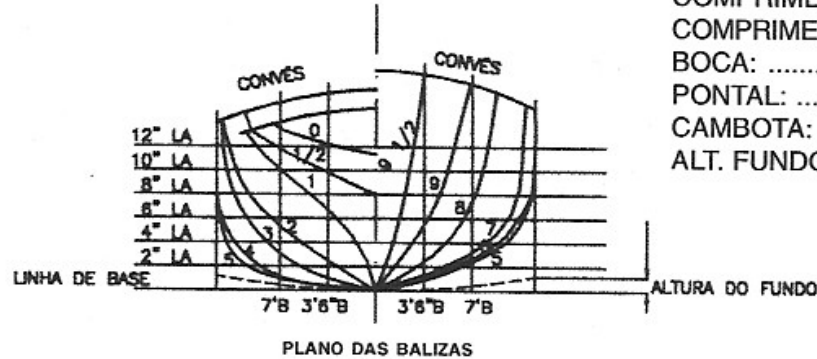
DESENHO DE LINHAS E PLANOS DE FORMA



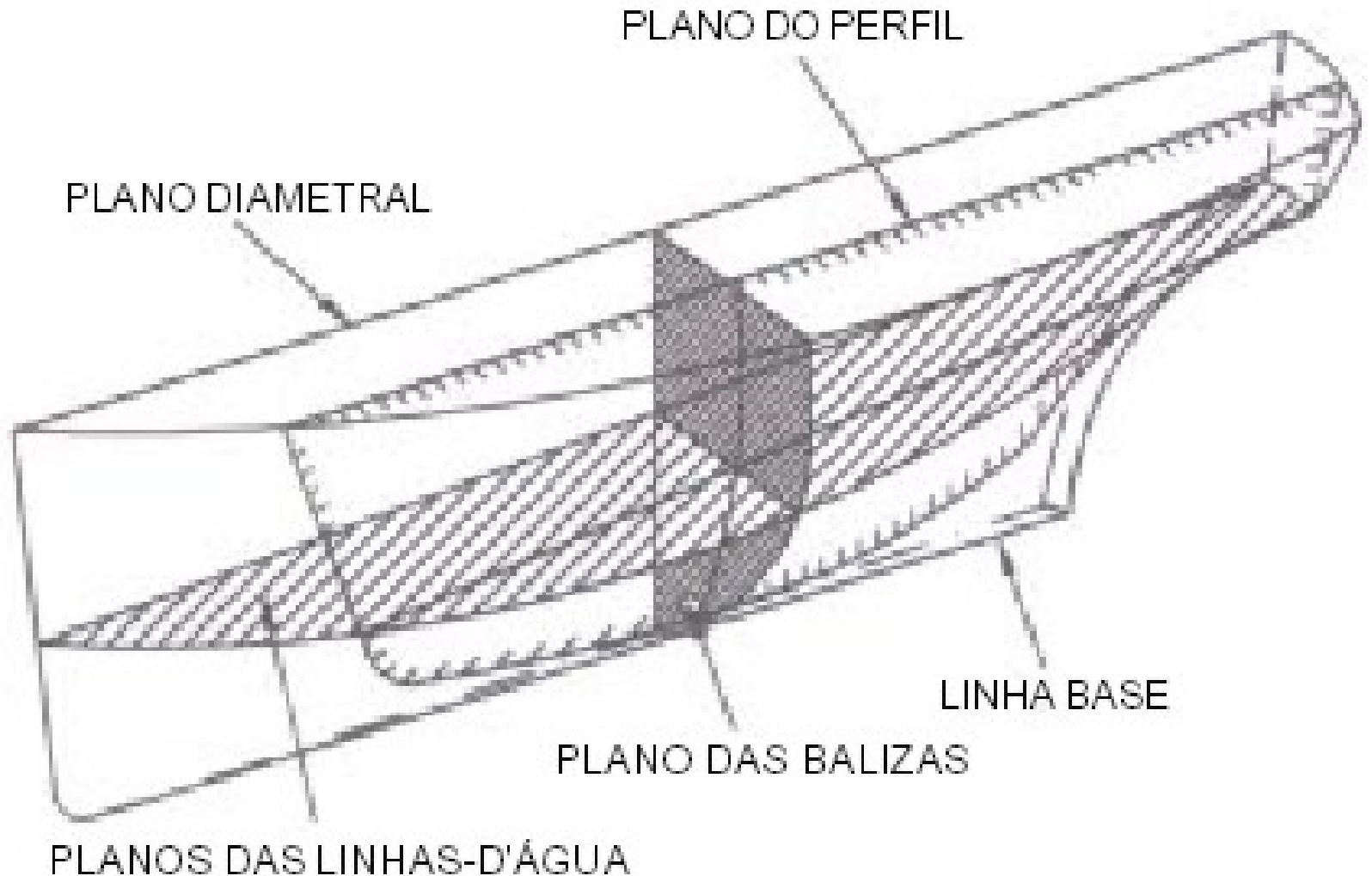
Desenho de linhas






COMPRIMENTO TOTAL: 10' 0"
 COMPRIMENTO ENTRE PP: 93' 6"
 BOCA: 25' 0"
 PONTAL: 13' 0"
 CAMBOTA: 0"
 ALT. FUNDO: 1' 3"






Planos de Referência






Planos de Referência

-  **Plano da base moldada** – plano horizontal tangente a parte inferior da superfície moldada
-  **Plano diametral** – plano vertical longitudinal de simetria do casco
-  **Plano de meia-nau** – plano vertical transversal a meio comprimento do navio


Linhas de Referência

-  **Linha da base moldada, linha de construção ou linha base** – É a interseção do plano da base moldada por qualquer dos outros dois planos de referência
-  **Linha de centro** – É a interseção do plano diametral por qualquer plano horizontal ou plano vertical transversal
-  **Perpendiculares** – Retas normais a linha d'água, contidas no plano diametral


Linhas do navio

-  **Linha d'água (LA)** – Interseção do casco por planos horizontais
-  **Linhas do alto** – Interseção do casco por planos verticais longitudinais
-  **Linhas das balizas** – Interseção do casco por planos verticais transversais


Plano de formas

 **Cavernas moldadas** – A linha da base moldada no navio é dividida em um número de cavernas

 **Navios grandes** – 4 pés = 1,22 m

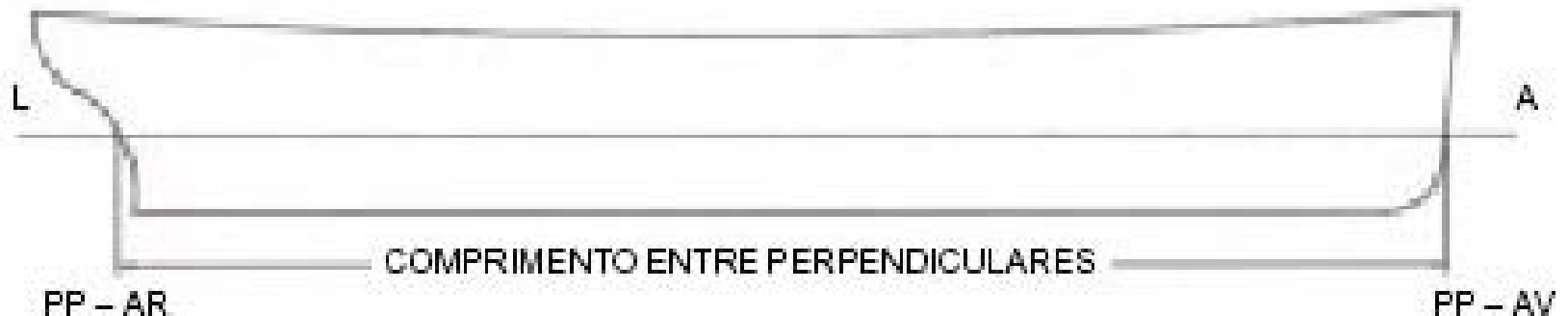
 **Navios pequenos** – 1 pé e 9 pol = 0,53 m

DIMENSÕES LINEARES

 **Perpendiculares** – Retas normais a linha d'água, contidas no plano diametral, na proa e na popa

 Perpendicular a vante – PP-AV



 Perpendicular a ré – PP-AR



 **Comprimento entre perpendiculares**

DIMENSÕES LINEARES


 **Comprimento de registro** – Corresponde ao maior dos seguintes valores

-  96% do comprimento medido na flutuação a 85% do pontal entre a face externa da roda de proa e o extremo de ré do contorno de popa
-  Comprimento medido entre a face externa da roda de proa e o eixo do leme, na mesma linha d'água



 **Comprimento do convés**

DIMENSÕES LINEARES

 **Comprimento de arqueação** – É medido no plano diametral, na face superior do convés de arqueação, entre a superfície interna da proa e da popa

 **Comprimento de roda a roda e comprimento total**



 **Comprimento alagável**

DIMENSÕES LINEARES

 **Boca**

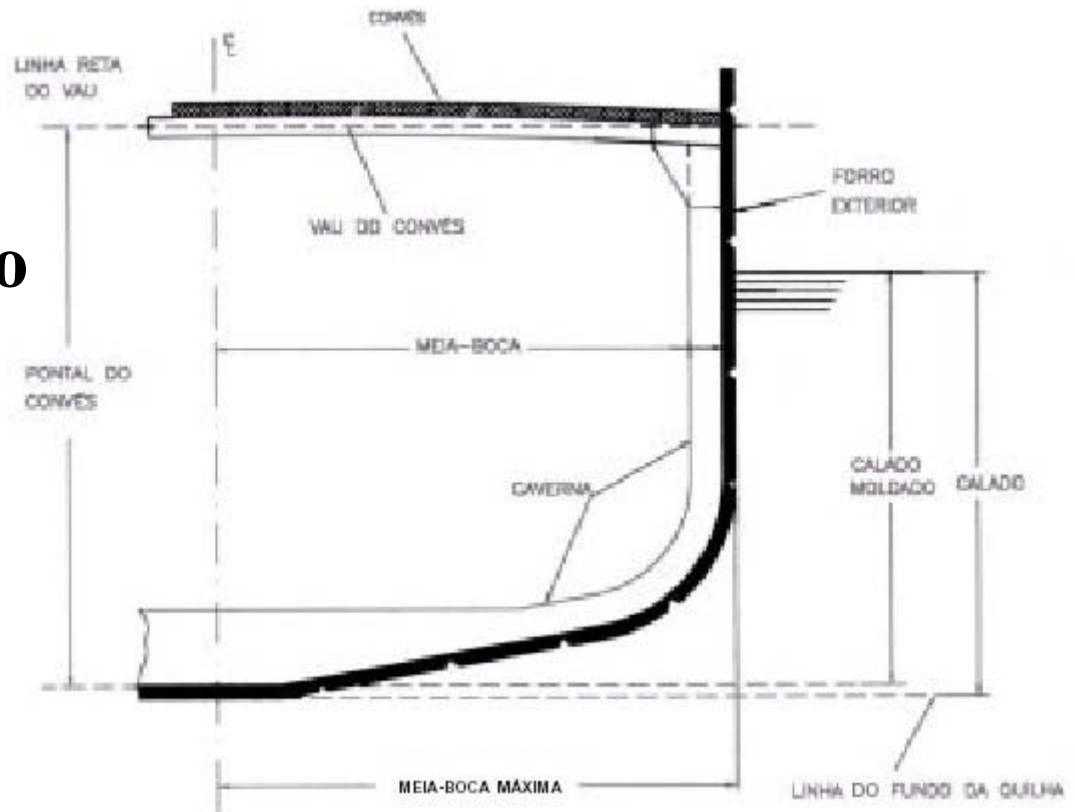
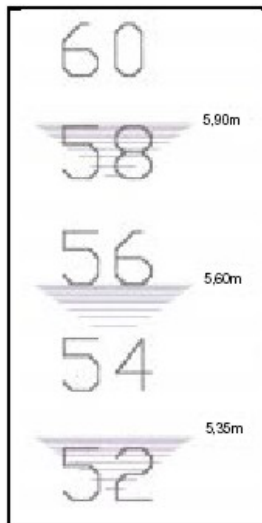
 **Boca moldada**

 **Boca máxima**

 **Pontal**

 **Calado**

 **Escala de calado**

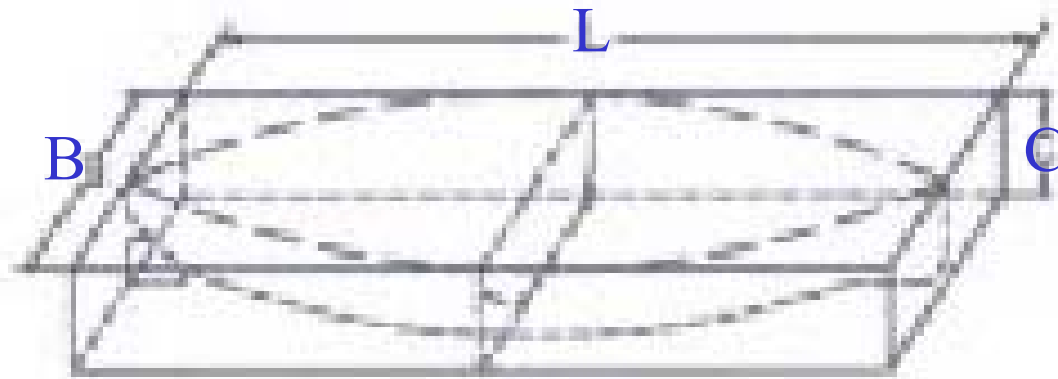


Coeficientes de forma ou Coeficientes de carena

- A = área da parte imersa da seção mestra
- A_F = área do plano de flutuação na linha-d'água projetada
- L = comprimento entre PP
- B = boca máxima da parte imersa
- C = calado médio



Coeficientes de forma ou Coeficientes de carena

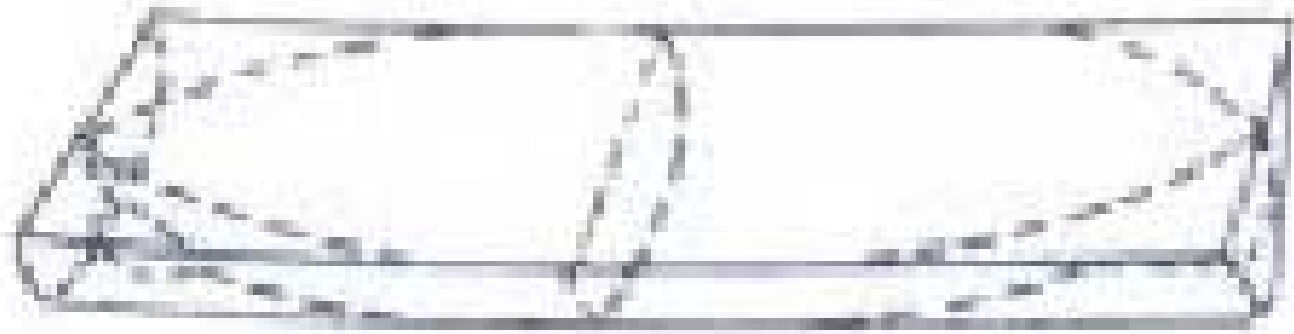


Coeficiente de bloco C_B

$$C_B = \frac{V}{L.B.C}$$

Relação entre o volume deslocado e o volume do paralelepípedo envolvente

Coeficientes de forma ou Coeficientes de carena

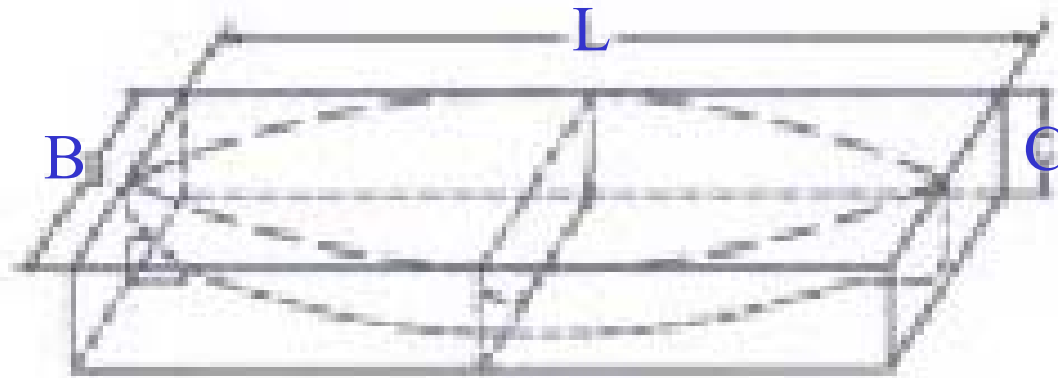


Coeficiente prismático C_P , coeficiente cilíndrico ou coeficiente longitudinal

$$C_P = \frac{V}{A.L}$$

Relação entre o volume deslocado e o volume de um sólido com o comprimento do navio e área igual a seção transversal da parte imersa

Coeficientes de forma ou Coeficientes de carena

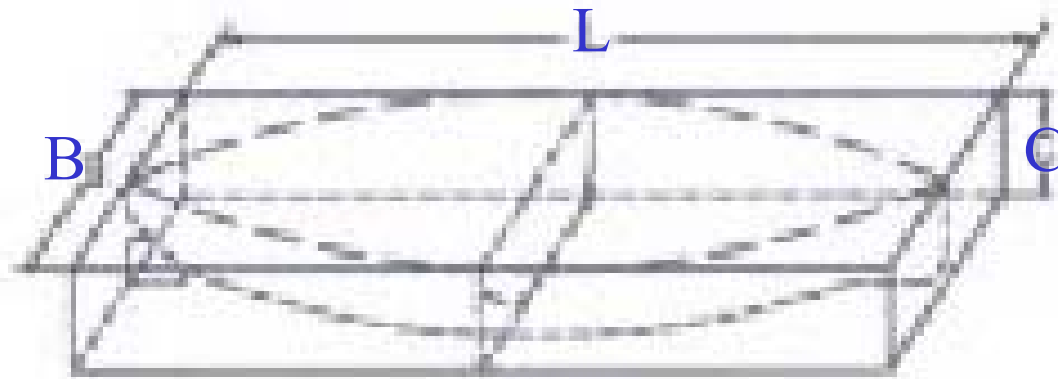


Coeficiente da seção a meia nau ou seção mestra C_{SM}

$$C_{SM} = \frac{A}{B.C}$$

Relação entre a área da parte imersa na seção a meia-nau e a área do retângulo circunscrito

Coeficientes de forma ou Coeficientes de carena



Coeficiente de área de flutuação C_{WL}

$$C_{SM} = \frac{A_F}{L.B}$$

Relação entre a área de flutuação e o retângulo que a circunscribe

Relação entre as dimensões principais

Relação entre o comprimento PP e a boca: $\frac{L}{B} = 4 \text{ a } 10$

Relação entre o comprimento PP e o calado: $\frac{L}{C} = 10 \text{ a } 30$

Relação entre a boca e o calado: $\frac{B}{C} = 1,8 \text{ a } 4$

Tabela dos coeficientes de forma da carena

NAVIO	Coef. de bloco	Coef. da seção a M. N.	Coef. prismático	Coef. área de flutuação
Cruzador pesado	0,60	0,97	0,62	0,69
Rebocador de porto	0,59	0,89	0,65	0,80
Navio de passageiros	0,67	0,99	0,72	0,77
Cargueiros grandes	0,78	0,99	0,78	0,84
Cargueiros médios	0,71	0,98	0,72	0,80
Navios tanque	0,76	0,97	0,77	0,84