

INSTRUCCÕES E REGRAS
PRÁTICAS
DERIVADAS DA THEORICA
DA
CONSTRUCCÃO NAVAL,
RELATIVAS
A
CONSTRUCCÃO , CARREGAÇÃO , E MANOBRA
DO NAVIO
POR MATHEUS VALENTE DO COUTO
ANNO 1802.



P R O L O G O.

A SCIENCIA do Engenheiro Constructor he mui differente, do que propriamente se chama Arte de Construcção Naval; nem esta poderá ser perfeita e segura sem aquella. He sem duvida a Sciencia de Construcção, a que nos pôde guiar, e ajudar na sua Prática; e ainda mesmo pôde supprir á falta de nossas experiencias. He certo, que alguns Constructores sómente práticos, fundados em suas proprias, e reiteradas experiencias tem scito grandes progressos na Arte da Construcção Naval; mas isto não pôde servir de argumento contra a Sciencia Naval: pois he evidente, que se os mesmos Constructores ajuntassem a Theorica á Prática, chegariaõ com menos trabalho, e por hum caminho mais direito e seguro ainda a maior perfeição. Não he menos evidente a necessidade, que há da Theorica, quando se trate de carregar, e dar movimento ao Navio: e com effeito por falta dos verdadeiros conhecimentos das forças, a que o Navio fica sujeito, tem acontecido tantos desastres aos Navios, e tem custado tantas vidas aos Homens.

Portanto para formar huma idéa exacta das forças, a que fica sujeito hum Navio fluctuante, deve-se examinar: I.^o As forças, a que estaria sujeito hum Navio fluctuante, quando não tem movimento progressivo, e de rotação; II.^o Quando só tem hum movimento de rotação á roda de hum certo eixo; III.^o Quando só tem movimento progressivo; IV.^o Quando tem simultaneamente movimento progressivo, e de rotação.

Suppostos pois estes conhecimentos, que (para suscitar as idéas) ajuntamos no Breve Resumo, que se segue, o nosso fim he unicamente o derivar desses principios theoricos as regras práticas relativas á Construcção, Carregação, e Manobra do Navio; evitando (o mais que nos for possível) todos os Calculos intermediarios, de que ellas se derivão.

BRE-

BREVE RESUMO

DA

THEORICA DA CONSTRUCCÃO NAVAL.

I. PARTE.

Trata-se de hum Navio, que fluctua, mas sem movimento algum progressivo.

1 Definição do Navio.

Navio he huma maquina (como bem se sabe) composta de duas partes perfeitamente semelhantes, iguaes em figura, unidas segundo o seu comprimento; e destinada para a navegação.

2 Boas qualidades de hum Navio.

Seguro, veleiro, e commodo.

Hum Navio se diz ter boas qualidades: quando for *seguro, veleiro*, e juntamente *commodo*. A segurança consiste em poder resistir ás reacções, e percussões d'agua; ser impenetravel ao fluido; restituir-se á sua posição natural nos maiores balanços e inclinações; defender-se bem do inimigo, e igualmente atacalo; e finalmente poder supportar o effeito do vento nas velas. Para ser veleiro, deve ter huma figura tal, que possa obedecer promptamente aos effeitos do vento nas velas, e da percussão d'agua no leme. A respeito porém dos commodos do Navio; estes devem ser taes, que deixem hum espaço conveniente para se fazerem as manobras, e evoluções navaes, e arranjar a carga, e tripulação.



3	Condições para que o Navio possa fluctuar. $P = V\rho$; e a recta centrica deve ser vertical.	P = ao pezo total do Navio. V = ao volume d'agua (que desloca por effeito do pezo P) avaliado em pés cubicos. ρ = ao pezo de hum pé cubico d'agua do mar. Para que o Navio possa fluctuar deve ser : $P = V\rho$, e a recta-centrica vertical : (Mech. de Besout. N. 178.)
4	Momentos das forças , a que fica sujeito o Navio, quando fluctua em quietação. $M(P) = M(p)$. Estes são os momentos das forças , que tendem a arquebrar a quilha do Navio , em quanto positivos.	$P' + P'' = P$ $V' + V'' = V$ } Sendo P' e P'', V' e V'' porções do pezo P, e do volume V (§. 3.), quando o Navio se achasse dividido por hum plano vertical , que passe pelo centro de gravidade. D' e D'' } Distancias do Centro de gravidade de P' e P'' ao dito plano. d' e d'' } Distancias do centro do volume de V' e V'' ao mesmo plano. Quando o Navio fluctua ; teremos (Mech. de Besout. N. 68.) $P' D' = P'' D'$, e $V d' = V' d'$; logo he $P' D' - V' d' \rho = P'' D'' - V'' d'' \rho$, e logo (representado por $M(P)$ o momento da resultante para a parte da popa , e por $M(p)$ para a parte da proa) ; teremos quando o Navio fluctua $M(P) = M(p)$: cujos momentos , sendo de forças , que tendem a fazer girar o Navio em sentidos oppostos , concorrem para arquear a quilha. Corol. Emquanto $M(P) =$

		$P' D' - V' d \rho$, e $M(p) = P' D' - V' d' \rho$ sahirem positivos, claro está, que as forças tendem a arquebrar a quilha do Navio.
5	Momentos das forças, que obrigão o Navio a restituir-se á sua posição natural, de humã certa inclinação; ou Estabilidade. $M(F) = P. \text{Sen. } \varphi. \left(\frac{2}{3} V \int y^3 dx - d \right)$ O Index da Estabilidade $= PD$; logo conforme for D positivo, cifra, ou negativo, assim haverá Estabilidade, ou equilibrio indifferente, ou falta de Estabilidade.	$M(F) =$ ao momento de humã força F capaz de conservar o $N.$ em pequeno angulo de inclinação $= \varphi.$ D } a distancia do d } centro de gravi- } dade do Navio. { ao metacentro; } quando está aci- } ma do centro } de gravidade; } ao centro de } volume de $V.$ $a = D + d =$ a distancia do metacentro ao centro do volume. b } a distancia do z } plano de flu- } ctuação. { ao centro de vo- } lume de V } ao centro de gra- } vidade do $N.$ $x, e y$ são as coordenadas orthogonaes da linha de fluctuação: sendo o eixo longit. o das abscissas $x.$ Isto posto: teremos $M(F) = P. D. \text{Sen. } \varphi; a = \frac{2}{3} V \int y^3 dx$; logo $M(F) = P \left(\frac{2}{3} V \int y^3 dx - d \right) \text{Sen. } \varphi$, (Mech. de Besout. N.º 183).
6	Momentos das forças, a que fica sujeito o $N.$ quando balança, ou momentos de inercia.	$p =$ a hum certo pezo (collocado em qualquer parte do $N.$) acima do plano horisontal. $\Delta =$ a distancia do centro de gravidade do pezo p ao centro de gra-

		vidade do Navio. δ = a distancia vertical do centro de gravidade do pezo p ao plano horizontal. Isto posto, teremos o momento de inercia de $p = p \delta^2$ (Mech. de Besout. N.º 495 e seguintes): decompondo este em hum momento vertical, e outro horizontal, he claro, que o vertical obra como o momento de qualquer peso do N. no caso do §. 4.; a medida porém do momento horizontal = $p \delta^2$. Este momento lateral, e horizontal (obrando contra os flancos do Navio) tende a desconjunctar o corpo do Navio.
7	Momentos das forças absolutas da madeira. No caso de equilibrio $R \Delta = f \int X x dx$. No caso de rotação $R \Delta^2 p dt = K du$.	f = a medida da força de qualquer das fibras de madeira para resistir ao effeito de huma força R. $M(R)$ = ao momento da força R a respeito do ponto de apoio na alavanca, ou do eixo de conversão. x = a distancia de huma qualquer Secção X das Secções parallelas ao dito eixo. Posto isto, teremos (no caso de equilibrio) $M(R) = f \int X x dx$: logo (pondo $\frac{M(R)}{R} = \Delta$) teremos $R \Delta = f \int X x dx$. Mas no caso de rotação deve ser $R \Delta$ hum momento de inercia; fazendo pois $R \Delta^2 = K$, teremos (por ser $du = p dt$).... $R \Delta^2 p dt = K du$



Destas duas se tira
 $K du = f \Delta \cdot p \cdot dt$
 $\int X x dx.$

Corol. se for $f > \frac{R \Delta}{\int X x dx}$, ou $>$

$\frac{K du}{\Delta p dt \int X x dx}$ a alavanca não se
 poderá partir.

Veja-se a Theorica da alavanca
 em equilibrio, e em movimento na
 Mech. de Besout. N.^{os} (450, 489).

8 Sobre a determinação
 da duração dos balan-
 ços de hum Navio.
 em hum mar sereno.

$P \cdot \Delta^2 =$ { a somma de todos os pe-
 sos do N. multiplicados
 pelo quadrado de suas
 distancias ao eixo de con-
 versão, isto he, a som-
 ma de todos os momen-
 tos de inercia de que se
 fallou no §. 6.

$P \cdot D =$ ao index da Estabilidade
 (§. 5).

$c =$ ao comprimento de hum pen-
 dulo simples isochrono, com o tem-
 po (t) de hum balanço.

O intervalo (de tem-
 po de hum balanço)

$$t = \frac{\Delta}{\sqrt{D}}.$$

Teremos $c = \frac{\Delta^2}{D}$; mas t he
 proporcional a $\sqrt{c}$, logo $t = \frac{\Delta}{\sqrt{D}}$;
 (Mech. de Besout. N.^o 492).

A D V E R T E N C I A.

O Intervallo de tempo de hum balanço, como havemos dito (§. 8), he sómente proporcional á quantidade $\frac{\Delta}{\sqrt{D}}$; na supposição de que a superficie d'agua fosse horisontal: porém quando o mar se acha agitado pela fôrça do vento, he claro, que este tempo deve tambem depender do tempo, que a onda gasta a passar por baixo do Navio; e por isso a grandeza da onda deve influir na duração total do balanço. Esta reflexão he do Celebre *D. Jorge João* no seu Exame Maritimo, Theorico, e Prático. Exaqui a regra, que de seus Cálculos tem deduzido o dito Author, paraque a mastreação soffra a menor acção possível.

R E G R A.

Paraque a mastreação soffra a menor acção possível: o tempo, em que o Navio completaria o seu balanço per si mesmo, deve ser igual ao tempo, em que o deveria completar, se o balanço só fosse causado pela acção da onda.

Podem-se consultar sobre isto as sábias reflexões do mesmo Author (Exam. Mar. Theor. e Prat.)

Definições de alguns termos, de que se usa na II. Parte deste Resumo.

Vela equivalente, seria a vela plana cuja superficie equivallesse a somma das superficies de todas as de mais velas.

Ponto velico, seria o ponto da vela equivalente pelo qual passaria a resultante de todos os esforços do vento nas velas.

II. P A R T E.
D O
B R E V E R E S U M O
D A T H E O R I C A
D E
C O N S T R U C Ç Ã O N A V A L.

Trata-se do Navio , fluctuando , e com movimento progressivo.

9 Da força do vento.

$$F = \frac{1}{850} A. S. u^2$$

Sen.² i . He parallela ao plano horizontal ; e applicada no centro vellico.

As componentes de F são $F' = F \text{ Sen. } \beta$, e $F'' = F \text{ Cos. } \beta$

A força F faz mover o Navio lateralmente: e F' no sentido de popa á proa.

S = a superficie da vella equivalente.

u = a velocidade com que o vento a fere, debaixo do angulo de incidencia = i .

D = a densidade do ar = $\frac{1}{850}$ da densidade d'agua.

F = a força do vento (applicada perpendicularmente no centro velico) com avelocidade u .

A = a huma indeterminada.

Isto posto teremos $F = \frac{1}{850} A. S. u^2 \text{ Sen.}^2 i$. (Mech. de Besout. N.º 713.) , cuja força he parallela ao plano horizontal.

β = ao angulo , que a direcção da força F faz com o plano longitudinal , ou com a quilha.

F { as componentes de F ; sendo F' perpendicular ao plano longitudinal e F'' parallela á quilha.

Logo será $F' = F \text{ Sen. } \beta$, e $F'' = F \text{ Cos. } \beta$



10	Momentos da força do vento. $M(F'')$ tende a abai- xar a proa. $M(F')$ tende a in- clinar o Navio, e fa- ze-lo girar horisontal- mente. Estes momentos são funções das a- reas, e curvatura das vellas; das suas altu- ras a respeito do pla- no horisontal; da ve- locidade do vento; e do angulo comque a direcção do vento in- cide nas vellas.	A, A', A'' &c. são as superficies das vellas. D, D', D'' &c. as distancias dos seus centros de gravidade ao eixo ver- tical. d, d', d'' &c. as distancias dos ditos centros ao eixo longitudinal. Δ { as distancias do centro vellico a Δ { respeito do eixo vertical, e do longitudinal. $M(F), M(F')$ e $M(F'')$ denotarão os momentos das forças F, F', F'' do §.8. Isto posto, será $\Delta = \dots\dots\dots$ $\frac{Ad + A'd' + A''d'' + \&c.}{A + A' + A'' + \&c.}, \text{ e } \Delta'$ $= \frac{AD + A'D' + A''D'' + \&c.}{A + A' + A'' + \&c.}; \text{ e}$ tambem $M(F'') = F'' \Delta' = \dots\dots\dots$ $F. \cos. \beta. \Delta'$, que he o momento da força, que tende a submergir a prôa; e $M(F') = F'. \Delta = F. \sin. \beta. \Delta$ que he o momento da força, que in- clina o $N.$ para sota-vento. <i>Mech. de</i> <i>Besout. N.º 721</i>).
11	Da resistencia d'agua. A resultante total R se decompõe em tres R', R'', R'''. R' retarda o movi- mento do $N.$ R'' faz mover o $N.$ lateralmente. R''' diminue o peso do $N.$	Supponha-se, que o Navio se mo- ve horisontalmente sem padecer in- clinação alguma. r, e r' denotem as resistencias de hum, e outro lado da prôa. $R =$ a resultante das duas r, e r'; ou a resistencia total, que passa pe- lo ponto resistente. $R' \left. \begin{array}{l} R'' \\ R''' \end{array} \right\}$ são as com- { eixo longitudinal. ponentes de { ... latitudinal. R, segundo. { ... vertical.

12

Momentos das resistencias d'agua.
 $M(R')$, e $M(R'')$ tendem a levantar a proa do N .
 $M(R')$ tende a inclinar o N , e fazelo girar horisontalmente.

Estes momentos dependem da velocidade, e das dimensões das proas dos Navios.

13

Momentos da força d'agua no leme.
 $M(F)$ tende a fazer girar o N . horisontalmente.
 $M(F')$ tende a abaixar a proa.

O effeito da força R' (claro está) he o dar ao Navio hum movimento retrogrado no sentido de proa a popa: o de R'' he o dar ao N . hum movimento lateral: finalmente o effeito de R''' he o diminuir o pezo do Navio.

Nota.

Para determinar a grandeza das forças R' , R'' , R''' ; e o ponto do plano longitudinal, em que se achão applicadas; veja-se o segundo Appendice da Mech. de Besout. N.º 724).

$M(R')$ } denotão os R' } a resp.
 $M(R'')$ } momentos R'' } do cent.
 $M(R''')$ } das forças. R''' } de grav. do N .

Do que havemos dito (§.10.) se vê, que
 O Momento $M(R')$ tende a levantar a proa do Navio.

O momento $M(R'')$ tende a inclinar o Navio, e fazelo girar horisontalmente para a parte opposta a resistencia.

O momento $M(R''')$ tem o mesmo effeito, que $M(R')$.

Nota.

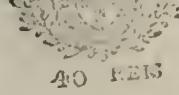
Para determinar estes momentos, veja-se o mesmo Appendice citado §.725.

$M(F)$ } são os momentos das forças F e F' , (em que se decompõe a percussão total d'agua no leme) perpendicularmente a quilha, e segundo a sua direcção.
 $M(F')$ }

A força F dá hum movimento horisontal ao N .; e a força F' retarda o movimento progressivo.



TO RETS



REGRAS PRA'TICAS
RELATIVAS
A
CONSTRUCÇÃO , CARREGAÇÃO , E MANOBRA
DOS NAVIOS
COM AS SUAS VANTAGENS , E INCONVENIENTES.

A D-

A D V E R T E N C I A .

A FIGURA dos Navios aindaque pareça muito variada , conforme o gosto das differentes Nações , os diversos fins , as paragens , e os mares , a que se destinão ; comtudo não he inteiramente arbitraria ; antes depende de huma certa relação , que todas as suas dimensões devem guardar entre si , paraque resulte (como tem mostrado a theorica fundada na experiencia) a figura mais conveniente ao Navio ; a fim de nos transportar sobre as aguas de hum lugar para outro com a maior segurança , commodidade , e brevidade possível. O conciliar estas tres propriedades em hum mesmo Navio , he o grande Problema da Construcção Naval. Mas , ver-se-ha , que ellas são taes , que se não podem contemplar e tratar separada , e independentemente humas das outras : pois he tal a dependencia reciproca , que tem entre si , que as mais das vezes querendo favorecer em particular a cada huma , destruimos em parte as outras.

Portanto sendo necessario , que o Constructor tenha ao mesmo tempo presente , tudo o que pode influir em huma commoda , segura , e breve navegação : havemos trabalhado por indicar (ao menos) o methodo , com que devem ser expostas as regras , juntamente com as suas excepções paraque , mais facilmente se conheção as vantagens , e inconvenientes das mesmas regras , a fim de nos decidirmos na Practica. Temos pois dividido tudo , o que diz respeito é Construcção , Carregação , e Manobra dos Navios em tres partes : na I.^a se dão as regras práticas sobre a Construcção do N. : na II.^a as regras prácticas sobre a Carregação : na III.^a algumas regras práticas sobre a Manobra : em cada huma destas se achão tres columnas verticaes , cujos titulos são regras , vantagens , inconvenientes : de maneira que a cada regra corresponde a sua ventagem , e o seu inconveniente , no caso de o haver. As citações feitas com o signal § referem-se ao Resumo (antecedente) da Theorica da Construcção Naval.

REGRAS PRACTICAS

SOBRE

A CONSTRUÇÃO DOS NAVIOS.

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
I. Deve-se saber o fim, para que o Navio se destina: se para ser hum Navio de guerra, ou sómente de commercio.	Porque o Navio de guerra tendo por fim o ser mais velleiro; e o do commercio o de transportar mais carga: ve-se por isso, que as figuras das suas obras vivas devem ter alguma differença.	
II. O comprimento dos Navios sempre deve ser maior, que a sua largura; a respeito porém d'altura deve ser de grandeza tal, que admitta o poderem-se fazer os cómodos necessários para a carga, e tripulação.	Com effeito demonstra-se facilmente pela theorica da decomposição das forças: que o corpo esferico fluctuante não poderia demandar qualquer ponto do horizonte com huma dada direcção de vento; o que sempre se conseguiria sendo o N. mais comprido do	Porém quanto maior fôr o comprimento dos Navios, maiores serão (§. 4.) os momentos das forças, que tendem a arquebrar a quilha, quando o N. fluctua em quietação; e maiores (§. 6.) os momentos de inercia verticaes quando o N. balancêa. De mais

III.

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
	que largo : de mais tem a vantagem de se lhe poderem dar as linhas d'agua mais agudas , de que deve resultar menor resistencia.	quanto mais comprido fôr o <i>N.</i> , tanto mais artilharia deve levar , e por isso os ditos momentos serão maiores : e sendo tambem maior o peso , mais submergido ficará o Navio , de que (§. 11) deve resultar maior resistencia.
III. O comprimento do <i>N.</i> pode ser para a sua largura , e para a sua altura como $1^2 : (\frac{1}{2})^2 : (\frac{1}{3})^2$. IV. Sendo a capacidade do <i>N.</i> constante : quanto maior fôr o comprimento ; e menor a largura , e altura do Navio , maior será a velocidade do <i>N.</i>	A experiencia tem mostrado , que os <i>N.</i> , cujas dimensões seguem esta regra podem resistir a grandes tormentas. Nas derrotas directas facilmente se vê ; que sendo (§. 11) a resistencia <i>R'</i> directamente proporcional a area da secção (feita perpendicularmente a quilha) : e esta area sendo proporcional ao producto da largura pela	Porém não ha hum grande inconveniente em alterar esta regra : quando fôr necessario. Porém se dois Nav. tiverem iguaes comprimentos : o que tiver menor largura , e maior altura andará melhor com vento á bolina ; e o outro com vento largo.

Regras.	Vantagens.	Inconvenientes.
V. O Navio deve ser composto de duas partes perfeitamente semelhantes em figura, e unidas segundo o seu comprimento.	altura : logo &c. Paraque nas derrotas directas encontrem os lados do N. iguaes resistencias de ambas as partes ; a fim de seguir o Navio hum caminho rectilíneo.	...
VI. Conforme a theoria sobre a resistencia dos fluidos (§. II.) parece que a figura das prôas dos N., se devem approximar antes a de humma metade da pyramide, do que a de humma quarta parte da esfera.	Porque neste caso a prôa separaria muito melhor as aguas : e encontraria (§. II.) menos resistencia : de que resultaria ser o Navio mais velliciro.	Quando porém se attende ao embate das ondas ; deve humma prôa esferica resistir melhor a estas percussões. De mais sendo as prôas muito agudas, maiores serão as arfaduras : e por isso os lados da prôa appresentarão ao fluido mais superficie, e serão percutidos de baixo de maiores angulos de incidencia de que resultara (§. II.) maior resistencia.

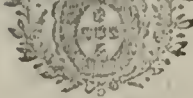


<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
VII. Os cheios da prôa do N. devem-se approximar algum tanto a huma superficie esferica : e esta figura deve ser tal que a rezultante de todas as resistencias da agua passe pelo ponto vellico , ou não muito distante.	Estes cheios são necessarios , para evitar o inconveniente da regra 6.^a O passar a rezultante pelo ponto vellico tem a vantagem de poder seguir o N. hum certo rumo pelo caminho rectilineo : por se distribuirem os momentos (§§. 10 , 12) das forças , que tendião a fazer girar o Navio horisontalmente para partes dezencontradas.	Porém como para determinar a posição do ponto vellico , se suppõe (§. 10) o Navio sem inclinação , e a superficie das vellas plana : por isso (como em a navegação estas condições não tem lugar) a posição do dito centro he variavel ; e logo esta regra 7.^a admite excepção , quando se trata de collocar os mastros.
VIII. As linhas d'agua quanto mais se chegam para a popa , mais se devem approximar entre si , ou serem tanto mais agudas , até finalmente coincidirem com a quilha : de mais devem ser bem contornadas , e sem algumas tortuosidades.	Paraque as aguas possam chegar a percutir o leme com a menor perda possivel de velocidade : e por isso será mais efficaz o seu effeito.	Mas como (§. 5.) a estabilidade depende da distancia do centro do volume ao metacentro ; e esta he directamente proporcional ao comprimento , e cubos das larguras do plano de fluctuação : segue-se que (para haver sufficiente estabilidade) o plano de

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
IX. O extremo da quillia da parte da popa deve estar mais abaixo a respeito do plano d'agua, doque o extremo da proa, isto he, o Navio deve ficar mais mettido n'agua da parte da popa, doque da proa.	Porque se a quilha fosse parallelá á superficie d'agua; então nas inclinações do Navio para a parte da proa, ficarião todos os delgados da popa fóra d'agua; e por isso muitas vezes não produziria o leme effeito algum.	fluctuação deve ter certa largura conveniente nas suas extremidades.
X. A estabilidade dos Navios sempre deve ser maior que os maiores esforços, a que o Navio fica sujeito. Portanto parece que se deveria dar aos mastros menor comprimento doque ordinariamente se faz.	Porque a força que tem hum Navio para supportar as velas he na razão directa da estabilidade, e na inversa do momento da força do vento, que tende a inclinalo: cujo momento depende (como se collige do §. 10) da grandeza dos mastros.	Porém se os mastros fossem muito curtos então em tempo de bonança não se lhe póderião applicar tantas vellas para aproveitar todo o vento possível; e em tempo de tempestade as vergas andarião continuamente mettidas na agua pelos grandes balanços do N.



Regras.	Vantagens.	Inconvenientes.
XI. Portanto a experiencia tem ensinado qual deve ser (proximamente) a grandeza de cada mastro, e verga em relação <i>a boca</i> ou largura do Navio. Advertindo porém, que os mastros sempre devem ir adelgaçando para a extremidade superior.	Esta advertencia não he nova para os Constructores: porém he muito importante o saber, que he huma consequencia deduzida da theorica dos momentos de inercia, como adiante veremos, quando se tratar das grossuras e espessuras das madeiras.	
XII. O Navio pôde conservar a sua estabilidade, ainda fazendo subir o seu centro de gravidade, porém ao mesmo tempo augmentando em huma razão maior o pezo do mesmo Navio. Daqui se deduz que pôde hum Navio levar mais artilheria conservando porém a sua estabilidade.	Isto se deduz do index da estabilidade $= PD$, (§. 5.) em que P denota o pezo do Navio, e D a distancia do centro de gravidade ao metacentro. Portanto ainda que a artilheria devendo ficar (como deve) sempre fóra d'agua possa fazer subir o centro de gravidade, com tudo (se o pezo della crescer em huma razão maior	Mas por outra parte deve-se ter cautella em que não seja muito grande o excesso de pezo, que fica acima do plano horizontal, que passa pelo centro de gravidade: porque havemos dito (§. 6.) que pd^2 he a medida do momento de inercia que tende a desconjuntar o N. lateralmente. Portanto deve-se ter em contem-



Regras.	Vantagens.	Inconvenientes.
XIII. Basta examinar, se o Navio tem hum gráo sufficiente de estabilidade a respeito do eixo de popa a proa, isto he do eixo longitudinal.	que a quantidade, de que se eleva o centro de gravidade) haverá estabilidade. Porque havemos dito na regra 2.^a, que sempre o comprimento do <i>N.</i> deve ser maior, que a largura: de mais (§. 5.) a estabilidade augmenta augmentando a quantidade $\int y^3 d\alpha$, e sendo <i>V</i> constante. Logo esta regra tem lugar.	placção este inconveniente, e a sua regra, quando se trata das baterias, e calibre das peças, que deve levar o <i>N.</i>
XIV. Os flancos ou lados do Navio, que poderão entrar n'agua nas maiores inclinações, devem-se arrufar, ou ampliar algum tanto para fóra, ou pelo menos serem quasi planos.	A estabilidade do <i>N.</i> depende (§. 5.) da área do plano de fluctuação: e por isso he necessario que as áreas dos diferentes planos de fluctuação nas inclinações do <i>N.</i> não diminuão, paraque o	

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
XV. Suppostos estes principios , deve-se saber deliniar nos tres planos orthogonaes longitudinal , latitudinal , e horisontal a projecção orthiografica de hum certo numero de Secções , que se farião (parallelamente aos ditos tres planos primitivos) em o corpo do <i>N.</i>	<i>N.</i> conserve a sua estabilidade. Este methodo he muito vantajoso, porque podendo-se então combinar a duas , e duas e juntamente todas as tres projecções por meio de suas medidas relativas ; fica muito mais facil o poder corrigir , e emendar as projecções: atéque a figura das obras vivas seja a mais conveniente ao fim , para que se destina o Navio.	Como estas correcções porém devem recahir muito principalmente sobre as obras vivas , por isso he preciso determinar a posição da linha d'agua , em que o <i>N.</i> deverá fluctuar : porém como o calculo pelo qual se determina he complicado: será mais expedito na prática o determinala proximaemente por observações feitas sobre Navios da mesma classe. O que os constructores sabem muito proximaemente.
XVI. Tendo dividido o plano do <i>N.</i> , segundo o seu comprimento , ao menos em quatro porções : deve-se fazer com que	Porque tendo esta reg. lugar ; não seria necessario que as peças de madeira , (de que o <i>N.</i> se compõe) fossem tão	Mas pelo que dissemos nas regras 6.^a , 7.^a , e 8.^a , sobre as figuras da popa , e proa : não se podem dar todos os cheios

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
os centros de gravidade de cada huma corresponda na mesma vertical aos centros de volume das porções correspondentes da parte submergida. XVII. As peças de madeira, de que o <i>N.</i> se compõe, devem ser grossas, bem ajustadas, e unidas entre si com as ferragens necessarias para o tornar sufficientemente solido. XVIII. Na construcção dos Navios, não devem entrar mais ferragens, nem cada hu-	grossas, o que facilmente se deduz do §. 4. Desta diminuição de madeiras resultaria menos pezo ao Navio; de que se seguia o ficar mais elevada a bateria; e menos submergido o corpo do <i>N.</i>, e portanto mais velleiro. Pelo inconveniente da regra 16 se segue, que terão effeito os momentos, de que se tratou no §. 4: por isso esta regra 17 he de summo interesse. Tambem he claro que quanto mais forte ficar o Navio, tanto melhor resistirá ao embate das ondas. Esta regra he humma immediata consequencia, do que havemos dito sobre as	necessarios para conciliar esta reg. 16 com as regras mencionadas; e por isso segue-se a regra 17. Porém quanto mais sobrecarregado se achar o <i>N.</i> pelo pezo das madeiras, tanto mais rente d'agua ficará a primeira bateria, isto he, tanto mais metido ficará o <i>N.</i>, de que resultará maior resistencia, e por isso... Veja-se a regra 18. A difficuldade porém consiste em determinar (segundo as differentes qualidades

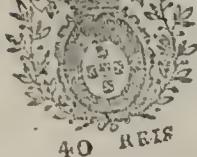
<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
ma das peças de madeira deve ter mais grossura, doque a necessaria para tornar o Navio solido, sem o sobrecarregar.	vantagens, e inconvenientes da regra 17.	de madeira) quaes devem ser as dimensões de cada huma das peças, que compõe o corpo do Navio, para ter lugar esta reg. 18. A experiencia he que só póde decidir, e resolver esta difficuldade: Veja-se a reg. 23.
XIX. As obras mortas de popa, e proa podem ser construidas de madeira mais leve.	Porque assim se allivião de pezo as extremidades do N., as quaes devem ser carregadas pelo pezo do leme á popa, e das ancoras a proa. E tambem serão menores os momentos, de que havemos fallado (§. 4.)	
XX. Determinadas as dimensões, que devem ter as peças de madeira proximas ao centro de gravidade do N.: estas devem ir ao depois insensivelmente adelgaçar.	Além das vantagens expostas nas regras 17 e 18: como, a grandeza da força, que oppõe cada peça de madeira para não arquebrar he na razão directa dos pro-	Porém não he indifferente, que estas diminuições nas dimensões das peças de madeira recaião, ou sómente sobre as larguras, ou sobre as espessuras: porque re-

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
do, á medida que se approximão para as extremidades do N. XXI As diminuições, que se devem fazer sobre as dimensões das peças de madeira conforme a regra 20 : devem recahir sobre as larguras, e não sobre as espessuras das peças de madeira.	ductos dos differentes pezos pelas suas distancias ao ponto de apoio ; logo achando-se este ponto no centro de gravidade tanto maior deverá ser o esforço para resistirem, quanto mais grossas forem as peças para as extremidades : logo he vantajosa a regra. Porque as forças das madeiras sendo na razão directa dos quadrados das espessuras, e das simples larguras : segue-se, que (conforme esta regra) o Navio não deixará de ficar sufficientemente forte ; e ao mesmo tempo tem a vantagem de ficar menos sobrecarregado de madeiras, de que resultará o ser mais velleiro.	cahindo sómente sobre as espessuras mais fracas ficarão as peças de madeira. Tambem não ha inconveniente de seguir esta regra, tanto nas madeiras, que ficão acima, como nas que ficão abaixo do plano horisontal que passa pelo centro de gravidade do Navio.



<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
XXII. A respeito das segundas cubertas : estas devem ser sufficientemente reforçadas.	Porque os momentos de inercia , que resultão dos pezos da artilharia , são nesta cuberta muito mais consideraveis.	Esta regra tem o mesmo inconveniente , que tem a regra 18 : e por isso , Veja-se a reg. 23.
XXIII. Porém como se não póde determinar exactamente a força absoluta , que tem as peças de madeira de hum <i>N.</i> para resistirem ao effeito de todas as forças contrarias , semque o <i>N.</i> fique sobrecarregado de madeira : por isso será muito importante observar. Qual será o Navio (construido segundo as regras prescriptas) que melhor tenha resistido a grandes tormentas , e tempestades , com o menor damno possível. Então nos serviremos deste Navio , como	Porque sendo conhecidas as dimensões principaes deste Navio modello , e de cada huma das suas peças ; poderemos (quando se propuzer outro <i>N.</i> para construir) seguir a regra seguinte. Quando a largura , ou <i>boca</i> do Navio que se deve construir for maior , que a do Navio modello , devem-se augmentar proporcionalmente (conforme a regra 21.^a) as dimensões das peças de madeira daquelle , relativamente ás deste ; e pelo contrario se	

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
de modello, e termo de comparação para avaliar as forças de outro qualquer, e determinar as dimensões das suas peças de madeira.	deverão diminuir quando a largura do Navio construendo for menor, que a do Navio modello.	



REGRAS PRÁTICAS

SOBRE

A CARREGAÇÃO DOS NAVIOS.

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
I. Quando se trata de carregar hum Navio : deve-se conhecer proximamente o <i>porte</i>, e <i>capacidade</i> do Navio.	P = ao porte do Navio , isto he , ao pezo da carga , que póde levar depois de aparelhado , e com toda a equipagem , e viveres necessarios paraque fique naquelle linha d'agua , em que póde navegar sem perigo. V = a capacidade do Navio , isto he , a todo aquelle espaço proprio , e destinado para acommodar a carga. A equação que daria a relação entre o <i>porte</i>, e <i>capacidade</i> de será $P = V. \xi$ Portanto sendo conhecido o valor de ξ ; facilmente se acharia P sendo dado V; e vice-versa. Van-	Mas este valor de ξ , que denota a gravidade especifica da carga ; não póde deixar de ser variavel ; não só porque a carga se acha sempre desigualmente distribuida , mas porque ordinariamente a qualidade da carga varia : e por isso pode hum Navio estar carregado semque a sua capacidade se ache juntamente cheia e pelo contrario póde a capacidade do Navio estar cheia , e o Navio ainda não estar carregado : portanto deve-se praticar a regra 2.^a



<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
II. Determinar o porte de hum Navio? a = a area da Secção da agua, em que o Navio deve fluctuar depois de apparelhado, e com toda a equipagem e viveres necessarios. A = a area da Secção d'agua, ou do plano de fluctuação, em que o Navio deve navegar depois de carregado. b = a altura vertical tomada na caza mestra, e comprehendida entre os ditos dois planos parallelos. Será o volume comprehendido entre os dois planos, e avaliado em pés cubicos $= (A + a) \frac{b}{2}$; e por tanto será o	tagem muito importante para avaliar os fretes; e para bem carregar os N. Esta regra he indispensavel pelo que havemos dito no inconveniente da regra I.^a	Toda a difficuldade se reduz a calcular as tres quantidades a, A, b, que entrão na fórmula. Advirta-se que a, e A são as areas terminadas por aquella linha curva que seria a intersessão da superficie d'agua em roda de todo o corpo do Navio.

Regras.	Vantagens.	Inconvenientes.
$\text{porte do } N. = 72.^{16}$ $(A + a) \frac{b}{2}.$ III. Depois do Navio ter o lastro conveniente, e que principia a tomar carga : não se deve ir deixando esta sobre a cuberta a hum lado do Navio : a mesma cautella se deve ter, quando se descarregar o Navio.	Porque (§. 5.) póde o Navio perder a sua estabilidade ; e por isso (logo que principie a inclinar-se) virar-se inteiramente.	
IV. Principie-se a carregar o <i>N.</i> do meio para as extremidades, tendo a attenção de pôr o mais pesado a meio Navio : e isto muito principalmente quando se conhecer, que o Navio tem muitos delgados á popa e proa.	Isto he huma consequencia do que havemos dito (§§. 4 e 6) a respeito dos simples momentos ; e dos momentos de inertia verticacs.	Porém não se podendo seguir exactamente esta regra 4, por cauza da construcção do Navio ; por isso deve-se seguir a regra seguinte.
V. Não se podendo	Porque achando-	

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
seguir a regra 4.^a Deverse-há então principiar a carregar antes pela prôa, do que pela popa do Navio. VI. Quando se trata de distribuir a carga para hum, e outro lado do Navio: Deve-se (o mais que for possível) pôr iguaes pezos de hum, e outro lado a iguaes distancias da quilha; tendo attenção de attracar, e accommodar bem cada huma das cousas, que compõem a carga. VII. No caso de se achar a capacidade do Navio exactamente cheia, semque o Navio por isso se ache mettido até a linha d'agua, em que deve navegar; Deve-	se a proa dos Navios sujeita, e fixa pela amarra; se se principiasse a carregar a popa; poder-se-hia facilmente arquebrar a quilha do N. (§. 4.) Paraque o Navio conserve a sua posição natural; e a carga se não desarranje, e mude de lugar quando o Navio balança. Porque (§. 5.) a estabilidade do N. he proporcional ao pezo do Navio multiplicado pela distancia do centro de gravidade ao metacentro, cuja distancia	No caso de ser a carga de hum gravidade especifica muito leve, será necessario metter muito pezo, ou muito lastro no porão, o que faria descer muito o

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
se metter o lastro conveniente para o cargar.	depende da area do plano de fluctuação, em que o Navio deve navegar.	centro de gravidade do Navio, de que resultaria (§. 5.) hum grande estabelidade ao Navio: e por isso seus balanços (§. 8.) serão muito rapidos; de que nascerião grandes momentos de inercia, e capazes de fazer desavorar o Navio.
VIII. Conhecendo-se porém que poderá ter lugar o inconveniente da regra 7.^a; por se effectuarem os balanços em hum pequeno intervallo de tempo. Deve-se pôr sobre a primeira distribuição da carga, outra distribuição de carga de hum gravidade especifica menor, e por cima desta outra de gravidade especifica maior: e assim por diante.	Porque deste modo se faz subir o centro de gravidade do <i>N.</i>; isto he, diminue-se (§. 5.) o valor de <i>D</i> distancia do centro de gravidade ao metacentro: logo o intervallo de tempo (§. 8.) de hum balanço será maior, isto he, serão mais lentos, e suaves os balanços do Navio.	Esta distribuição de carga tal, qual se prescreve nesta regra 8.^a será talvez muitas vezes impraticavel: Poder-se-hia remediar isto, tirando alguns pezos maiores do porão, isto he, da parte mais baixa para os collocar mais altos, a respeito da quilha do <i>N.</i>

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
IX. Em os Navios de guerra, os quaes levão todo o peso da artilharia acima do plano de fluctuação: He muito importante o metter todo o lastro, que convem ao Navio; e (por cautella) ainda mais algum.	Porque o peso da artilharia deve fazer subir o centro de gravidade do N., de que resulta (§. 5.) diminuição na estabilidade; e portanto na boa qualidade de poder o N. sup- portar os grandes effeitos do vento nas vellas De mais no caso, de que este excesso de peso mettesse (por exemplo) o Navio mais 4 pollegadas, sabe-se, que o Navio então pouco mais ou menos poderia perder huma milha sobre 500, que tivesse navegado.	O Navio sobre- carregado, ficando mais submergido, do que devia, he com effeito mais ronceiro: porém a vantagem que tem esta regra 9. he mais attendivel que o inconveniente, pois havemos dito, que o N. mettendo mais 4 pollegadas só perde 1 milha em 500.
X. A respeito porém da artilharia: Havendo peças do mesmo calibre, mas de differentes comprimentos: Devem-se preferir as	Tem a vantagem de ficar mais espaço entre a culatra das peças, e o escaller, que vai no meio do Navio, de que resul-	Aindaque o calculo mostre, que a velocidade inicial da balla, que he lançada por huma peça de maior comprimento,

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
de menor comprimento para o carregar com a sua artilharia.	ta poderem-se fazer as manobras com mais liberdade.	he tambem maior : com tudo a experiencia tem mostrado , que as ballas tem ás vezes produzido maior effeito , sendo as suas velocidades menores.
XI. A respeito do calibre das peças , e as cobertas , em que as de differente calibre devem ser collocadas : Isto se suppõe determinado segundo as dimensões , que deve ter o <i>N.</i> para levar hum certo numero de peças. Deve-se porém attender , que não he arbitrario o mudar o calibre das peças nas differentes batterias.		
	He de grande importancia o não mudar o calibre das peças , que convêm a tal ou tal batteria : pois se sabe , que os momentos das forças , que tendem a disconjuntar o Navio , são os momentos de inercia , os quaes são como os pesos multiplicados pelo quadrado da sua distancia ao centro de gravidade (§. 6.) De mais todo o excesso de peso acima do centro de gravidade influe na perda da boa qualidade de poder o <i>N.</i> levar a vella.	

REGRAS PRA'TICAS

SOBRE

A MANOBR A DOS NAVIOS.

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
I. Deve-se fazer , comque o Navio siga o rumo de vento proposto por hum caninho rectilineo , isto he, evitando , o mais que fôr possível , as continuas arribadas , e orçadas.	Porque o Navio perde em cada guinada parte da sua velocidade ; e ainda no caso , de que não perdesse parte da velocidade com tudo (ve-se) que avançaria menos espaço em hum dado tempo.	Porém como nem sempre he possível o navegar com todo o pano ; nem o Navio deixar de tomar alguma inclinação , &c. por isso (§. 10.) a posição do centro vellico muda : logo como os momentos das forças (§. §. 10. 12.) , que tendem a fazer girar o Navio horisontalmente , se não destroem , produzirão effeito.
II. Não se deve porém seguir esta regra 1.^a só fazendo uso do leme : mas sim por hum a sabia distribuição , e disposição de certas vellas. De ma-	Porque o leme (como se sabe) não póde produzir o seu effeito , senão perdendo o N. alguma parte do seu movimento progressivo : o que	He certo porém , que algumas vezes o grande embate das ondas , que vem de barlavento , faz por força arribar o Navio a pezar da me-

Regras.	Vantagens.	Inconvenientes.
neira que a barra do leme deve antes andar parallelá á direcção do movimento do N.	concorre para retardar a marcha do N.	lhor distribuição , e disposição das vellas.
III. Quando he necessario o approveitar toda a força do vento : Deve-se fazer comque as superficies das vellas fiquem planas.	Porque o effeito da força do vento diminue, quando augmenta a curvatura da vella. Acha-se pelo calculo que a superficie do hemisferio sente a metade da resistencia , que sentiria o seu circulo maximo.	Mas huma vella nunca se poderia entender de maneira que a sua superficie ficasse plana a pezar do effeito da força do vento : Isto mostra a theoria , e o confirma a prática.
IV. Com vento á bo-lina : querendo , que o Navio (com as suas vellas marcadas) a-próe ao vento , isto he , que <i>orce</i> : deve-se fazer só uso das vel-las de ré ; e querendo , que <i>arribe</i> das vellas d'avante. Isto mesmo se consegue (quando o N. tem algum seguimento)	Esta regra he fundada (pelo que se tem visto §. §. 10, 12 , 13) na theori-ca dos momentos das forças , que tendem a fazer girar o Na-vio horizontalmente já pelo effeito do ven-to nas vellas , já pela resistencia d'agua na proa , já finalmente pelo effeito do leme ,	Sendo o vento largo (facilmente se vê pela decomposi-ção das forças) que não ha inconvenien-te em orçar ou arri-bar ; fazendo , ou só uso das vellas de ré ; ou só uso das vellas d'avante. A respeito porém do leme, este não pro-duz effeito em dous

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
pondo a barra do leme a estibordo, ou a bombordo. <i>Advertencia.</i> Tambem pondo o vento sobre; se consegue o mesmo effeito. V. A força do leme para fazer arribar he maior, que a força que serve para fazer orçar; por isso he preciso, quando se quer orçar, ou largar mais alguma vella á popa, ou ferrar alguma das de prôa, para ajudar o effeito do leme. VI. Logoque qualquer das vellas redondas se ache convenientemente disposta, isto he, bem orientada; todas as de mais vellas redondas se devem pôr parallelas a	quando o Navio tem algum movimento que não seja produzido só pela corrente das aguas. Porque a inclinação do Navio para sotavento faz comque os delgados da popa vão muito fora d'agua: e por isso a agua não póde percutir o leme com toda a intensidade da sua força: logo he necessaria esta regra. Porque a resultante das forças do vento sobre cada vella he perpendicular (§. 9.) á superficie da vella; logo, sendo as vellas parallelas, tambem estas re-	cazos: 1.º Quando o Navio não tem movimento: 2.º Quando o movimento do N. fôr só produzido pela corrente das aguas.

Regras.	Vantagens.	Inconvenientes.
essa, isto he, devem-se pôr as vergas parallelas.	sultantes serão parallelas; e por isso a resultante total terá a direcção, que se queria.	
VII. Quando a força do vento fôr tal, que possa fazer inclinar o Navio de 4 pes até 5: Deve-se diminuir de pano, e muito principalmente das vellas as mais altas, como são os joanetes &c.	Porque a estabilidade (§. 5.) diminue, quando diminue a area do plano de fluctuação, o que pôde acontecer, nas maiores inclinações: de maneira, que logo que o metacentro chegar a coincidir com o centro de gravidade o N. perderá a estabilidade.	
VIII. Não sendo o vento muito forte, como o havemos supposto na regra 7.^a Querendo então aproar bem ao vento, e dar ao Navio a maior velocidade; isto he, para que hum Navio bordejando possa chegar em o menor tem-	Esta he a resolução aproximada que dá <i>Mr. Euler</i> deste problema.	Não se deve porém omitir; que todas estas soluções, são fundadas na supposição, de que as vellas não tomão curvatura alguma pelo effeito da força do vento: o que he falso na prática.

<i>Regras.</i>	<i>Vantagens.</i>	<i>Inconvenientes.</i>
po , a hum lugar collocado na mesma direcção do vento. Deve-se largar todo o pano , e orientar as vellas de modo que as vergas fação com a quilha hum angulo de $21.^{\circ}$, e o angulo do vento nas vellas , seja proximamente de $26.^{\circ}$. IX. Dada a direcção do vento com a derrota , isto he , o angulo , que faz a direcção do vento com o rumo , que se deve seguir ; determinar os angulos , que deve formar a verga com a quilha , e com a direcção do vento , para que o Navio adquira a maxima velocidade. A experiencia , junta com alguma tentativa , será talvez na prática a regra , e formula mais expedienta para resolver este problema.	Achão-se na Theorica de Construcção , e Manobra dos Navios de <i>Mr. Euler</i> algumas taboas , que servem para resolver este problema.	Todas estas soluções , como havemos dito , são fundadas na hypotese de que as vellas são planos ; o que não tem lugar. Além disso as mais das vezes os angulos , que as vergas devem formar com a quilha para o <i>N.</i> obter a velocidade maxima , são muitas vezes tão pequenos , que he impraticavel segundo o aparelho do <i>N.</i> o poder braccar as vergas , como convinha.