



Aviso de Instrução "Guarda-Marinha Jansen" navegando pelo Boqueirão

Manobra do Aviso de Instrução (AvIn)

Tradução e Adaptação: CC Alexandre Itiro Villela Assano

Revisão: CC Marcos Vinicius Almeida Silveira.

Propulsores e lemes

Apesar de termos várias forças agindo em nossa embarcação, podemos controlá-la, na imensa maioria das vezes, atuando em sua máquina (propulsores) e lemes. Isto é, controlamos a embarcação por intermédio do timão e do telégrafo de máquinas no passadiço. Seria conveniente se esses equipamentos de controle fossem diretamente conectados aos eixos propulsores e lemes, de maneira a fazer com que as ordens de máquina e leme emanadas fossem imediatamente cumpridas e, também imediatamente, influen-

ciassem no movimento do navio. Mas não é assim que acontece. Mesmo os mais modernos navios observam um espaço de tempo que deve ser considerado entre a disseminação da ordem de máquinas/leme no passadiço e sua real execução, atuando nos eixos propulsores e lemes.

A embarcação pode ter mais do que um eixo e mais do que um leme, e suas posições relativas e interações podem ter uma forte influência nas respostas às manobras. Assim, é imperativo conhecer o seu navio, suas instalações de máquinas e interações com o leme. Finalmente, o navio é manobrado através de ordens por voz, as quais devem ser claras e seguir uma fraseologia padrão, para que possam ser entendidas e cumpridas de maneira a se alcançar o resultado desejado.

Nós guinamos o navio colocando o leme em ângulos variados em relação à linha de centro do navio. O leme a Boreste faz com que a proa guine para Boreste quando em movimento para vante, forçando a popa para Bombordo. O leme a Bombordo faz com que a proa guine para Bombordo quando em movimento para vante. A "rate" de guinada (variação angular num dado período de tempo) será diretamente proporcional ao ângulo do leme, o qual é limitado por esbarros mecânicos em 35º na maioria dos navios da nossa Marinha. Nos Avisos de Instrução, o ângulo máximo de leme é de 30º, quando a partir de então ocorre a parada do sistema hidráulico e a conseqüente perda do sistema do governo. No AvIn, a ordem de "todo o leme" equivale a 20º de leme em relação à linha de centro do navio, e o leme padrão é de 15º.

Quando em movimento para vante, com um razoável fluxo de água passando pelo leme, a maioria dos navios responde bem aos comandos de leme, sendo possível, a um bom timoneiro, manter o rumo ordenado utilizando poucos graus de leme para um dos bordos.

Quando em movimento lento, ou na tentativa de guinar o navio quase parado, o caso é diferente. Em baixa velocidade a força resultante da atuação do leme, mesmo quando todo fletido para um bordo, não é suficiente para se sobrepujar às outras forças atuantes e dizemos que o navio está "sem governo". Nesta situação, não é possível controlar a direção de sua proa somente com ordens de leme. Faz-se necessária a atuação dos eixos propulsores para que possamos recobrar o efeito dos lemes.

É a perfeita compreensão das interações entre propulsores e lemes que nos faz manobrar o navio de maneira precisa.

A posição dos lemes em relação ao hélice é de vital importância para a compreensão de sua atuação em relação ao regime de máquinas (à vante ou à ré), e ao sentido do movimento do navio. Se o leme está imediatamente atrás do eixo propulsor (hélices), de maneira a ter o fluxo de água proveniente dos hélices atuando diretamente em sua porta, o leme proverá uma força de governo em resposta à esta corrente, independentemente do sentido do movimento do navio. Com "máquinas atrás", o leme fica na área de sucção dos eixos, e seu efeito é fortemente reduzido. Caso os lemes estejam totalmente fora do fluxo de água proveniente do eixo propulsor, então, a atuação dos lemes será totalmente dependente do sentido do movimento do navio.

Nos AvIn as portas dos lemes ficam praticamente alinhadas aos eixos propulsores e seus respectivos hélices.

Num navio convencional, onde os lemes e propulsores estão posicionados na seção de ré do navio, as forças de controle deles provenientes só podem ser aplicadas na popa. Assim, o navio é manobrado, na realidade, movimentando-se a popa para um dos bordos; este tipo de instalação não permite um controle direto da proa.



É importante, então, ter atenção quando manobrando próximo a perigos. Ao manobrarmos o navio, safando a proa do perigo, temos que, imediatamente, raciocinar que a popa estará indo para o bordo oposto, se movendo, portanto, em direção ao perigo em questão. Este tipo de manobra irá, normalmente, exigir ordens de leme sucessivas: uma para safar a proa do obstáculo, e outra, logo após a primeira, para safar a popa.



O número e a localização dos eixos e lemes são de grande interesse ao Oficial de Manobra. Um navio com dois eixos e dois lemes pode ser fácil e precisamente manobrado em quase todas as situações. Nos navios de dois eixos e um leme consegue-se facilmente guinar o navio em velocidades baixas, mas não tão facilmente quanto num navio de dois lemes. No caso dos

navios de um eixo e um leme (Contratorpedeiros, por exemplo), a manobra torna-se muito mais difícil, e existem algumas manobras que não podem ser executadas sem que haja um auxílio extra (espias, ferros, etc...). Um navio de apenas um eixo, sem propulsão, com pouco seguimento para vante não consegue guinar utilizando apenas o leme. É necessário, pois, utilizar máquinas para poder guinar, gerando, assim, um maior seguimento para vante. Tal seguimento, em algumas situações, pode ser inaceitável. Com "máquinas atrás", a situação é ainda menos controlável. Os navios de um eixo tendem a Bombordo quando com máquinas atrás, e seu leme – na área de sucção do hélice – não é eficaz até que se atinja um seguimento razoável.

A razão do comportamento diferente dos navios com um eixo e de parte da manobrabilidade dos navios com dois eixos reside na força lateral da propulsão. Para dominarmos nosso navio, devemos conhecer esta força, utilizando-a a nosso favor, quando possível, e antever as situações em que pode causar alguma dificuldade.

Neste texto, analisaremos somente as forças que atuam nos navios com dois eixos e dois lemes – o caso dos Avisos de Instrução classe "Aspirante Nascimento".

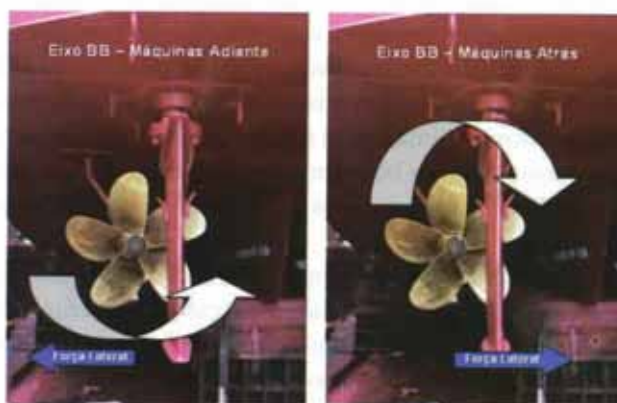
O navio com dois eixos

Força lateral

Sabemos que a força lateral é a força gerada pela rotação do eixo, perpendicular à linha propulsora. A direção é dada pelo sentido de rotação do eixo, e sua magnitude depende do tipo de navio e da característica da estrutura das obras-vivas nas proximidades dos hélices. Desta forma, se olharmos o hélice por trás, quando este estiver girando no sentido horário, a força lateral gerada tenderá a forçar a popa para boreste. Invertendo-se o sentido de rotação do eixo, inverte-se a direção da força lateral.

Numa instalação normal de dois eixos, os propulsores giram em direções opostas, quando comandados para vante ou para ré, e as forças laterais se cancelam. Para aumentar a manobrabilidade desses navios, tornou-se convencional permitir a força lateral de maneira a aumentar o momento gerado pelo deslocamento dos eixos em relação à linha de centro do navio. É o que chamamos de *conjugado*.

A maioria dos navios da Marinha possuem dois eixos. Normalmente, quando em movimento para vante, os eixos giram para fora do navio, ou seja, o eixo de boreste gira no sentido horário e o de bombordo, no sentido anti-horário, quando vistos por detrás. Isto elimina muitos problemas encontrados nos navios de apenas um eixo. Enquanto os eixos estiverem girando simultaneamente (máquinas no mesmo sentido – à vante ou à ré – e na mesma intensidade) as forças laterais se cancelam. Por outro lado, se as linhas propulsoras se opuserem uma a outra (uma máquina dando adiante e a outra dando atrás), as forças laterais irão se somar, auxiliando a tendência gerada pelas linhas propulsoras.



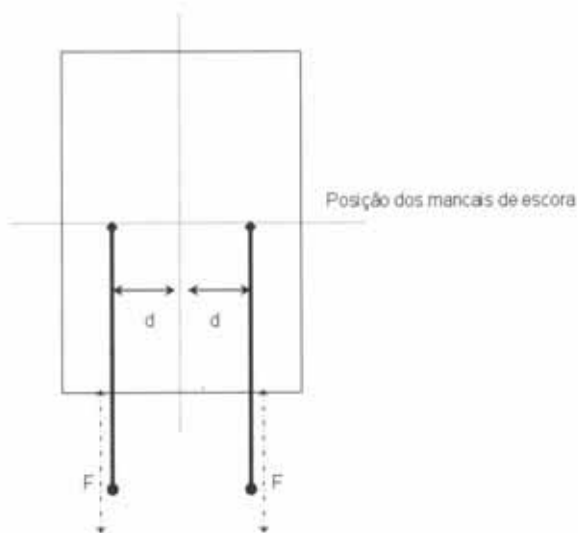
Eixo BB – Máquinas Atrás

A Força Lateral é, pelos Oficiais de Manobra, largamente empregada, mesmo que de maneira inconsciente. Numa manobra de atracação, por exemplo, podemos dar preferência por determinar que a máquina oposta ao bordo de atracação dê atrás, diminuindo o seguimento do navio, ao mesmo tempo em que a força lateral se encarrega de fazer com que a popa tenda a se aproximar do cais.

Conjugado

Quando, por exemplo, colocamos as máquinas invertidas (um bordo dando adiante e o outro dando atrás), além de aumentarmos a força lateral, nós teremos um momento (torque) gerado, pois as linhas propulsoras estão deslocadas da linha de centro do navio. Como as linhas propulsoras são paralelas à linha de centro do navio, o torque aplicado por cada eixo será igual à intensidade da propulsão naquele eixo, multiplicada pela distância perpendicular entre a linha propulsora e a linha de centro do navio. Como as

máquinas estão em sentidos opostos, os torques somam-se, e o momento resultante tende a guinar (rotacionar) o navio. Quanto maior a distância entre as linhas propulsoras, maior será este efeito.



$$\text{Torque} = \text{Força (F)} \times \text{Distância (d)}$$

Dentre os elementos que atuam no conjugado, podemos atuar em F, aumentando ou diminuindo o regime de máquinas de cada bordo, e alterando o seu sentido. No navio, a componente d – distância da linha propulsora (eixo) até a linha de centro do navio é fixa. Assim, para cada classe de navio, teremos um maior ou menor resultado da aplicação das linhas propulsoras no conjugado.

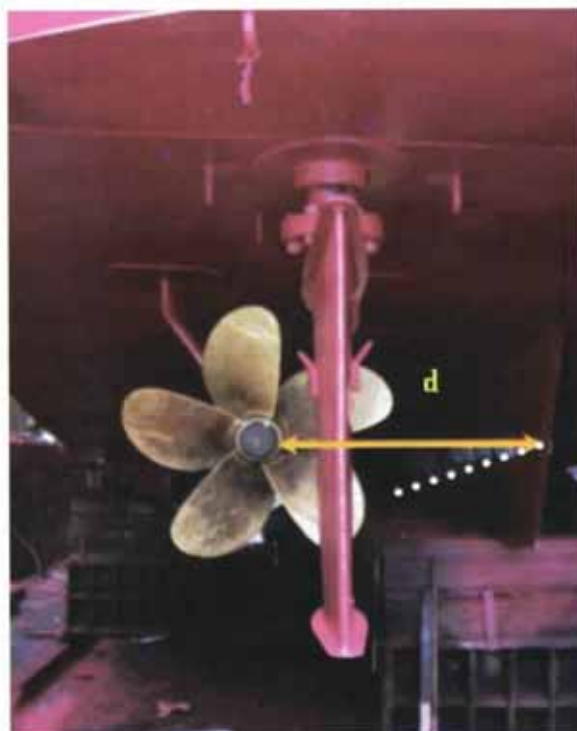
No caso específico dos Avisos de Instrução, as linhas de eixo distam pouco em relação à linha de centro do navio. Com uma boca de apenas 6,5 metros, teremos uma distância pequena entre linhas de eixo, gerando um momento relativamente pequeno quando utilizamos somente a propulsão para realizar o conjugado.

É por isso que é recomendável a utilização dos lemes para auxiliar a guinada do navio.

Conjugado é, portanto, o nome que damos ao efeito de rotação gerado pela atuação proposital das linhas propulsoras. É o que chamamos, na Física, de momento. Assim, podemos pensar que, a cada vez que estamos provocando um momento no navio, estaremos empregando um conjugado.

É um erro comum associar o termo “conjugado” ao emprego das duas linhas propulsoras com senti-

dos opostos de rotação. Ao pararmos um eixo, e deixando o outro dando adiante, estamos gerando um momento no navio. Desta forma, estamos fazendo um conjugado.



Pode-se observar a pequena distância entre a linha de eixo e a linha de centro do navio. Assim, será pequeno o torque gerado pela linha propulsora.

É importante compreender essas forças, para que possamos manobrar de maneira adequada, mesmo quando, por algum motivo, torna-se preciso navegarmos com apenas um eixo.

Ao darmos adiante com apenas um eixo, podemos verificar uma tendência da proa de guinar para o bordo oposto. Tal tendência, como vimos, é dada pela força lateral e pelo momento gerado pela posição da linha propulsora em relação à linha de centro do navio. Quando em baixa velocidade, esta tendência é bem marcada. Em altas velocidades, podemos compensar esta tendência utilizando um ângulo de leme adequado.

Quando navegando com apenas um eixo dando atrás, notamos uma tendência ainda maior na rotação do navio. Isto se dá porque a força lateral é aumentada com as máquinas atrás, devido à corrente de descarga proveniente do hélice, a qual atua diretamente na estrutura do navio. Tal efeito não é observado com máquinas adiante, quando a corrente de descarga toma sentido oposto, e atua tão somente nas portas dos lemes.

Lemes

O leme atua pela pressão resultante da força da água sobre a sua porta. Ao se deslocar no mar, o navio tem sobre si um fluxo de água diretamente proporcional à sua quantidade de movimento. Quanto maior o seu seguimento, maior o fluxo de água sob o navio, tão maior será, também, a pressão da água sobre a porta do leme.

Assim, vemos a importância do seguimento para o estabelecimento (ou reestabelecimento) do governo do navio. Quanto menor o seguimento do navio, maior terá que ser o ângulo de leme necessário para gerar um movimento de guinada.

Além da pressão da água corrente sob o navio, os lemes sofrem a atuação da água proveniente de suas linhas propulsoras (hélices).

Quando dando adiante, os hélices sugam a água a vante do navio (dispersa), expulsando-a de maneira concentrada para ré. Com máquinas atrás, a água é sugada a ré do navio (dispersa), e expulsada de maneira concentrada para vante.

Temos que:

$$\text{Pressão (P)} = \text{Força (F)} / \text{Área (A)}$$

O resultado final da Pressão podemos assumir como sendo a atuação do leme na atitude do navio.

Podemos atuar em F aumentando ou diminuindo o regime de máquinas. Atuamos em A variando o ângulo de leme, diminuindo a área de impacto da água na medida em que aumentamos o ângulo de leme.

Desta maneira, vemos que:

1 – Quanto maior o regime de máquinas do navio, maior será a atuação do leme; e

2 – Quanto maior o ângulo de leme, maior será a sua atuação.

Para um mesmo regime de máquinas, e um mesmo ângulo de leme, teremos que analisar a corrente de água gerada pelos propulsores e sua influência na fórmula em questão.

Como vimos, com máquinas adiante, a água é direcionada para

ré do navio, de forma concentrada. Assim, a água proveniente dos propulsores atuará numa área *menor* da porta do leme.

Com máquinas atrás, a água que atua sobre o leme é a presente na região de sucção dos propulsores, atuando sobre uma área *maior* da porta do leme.

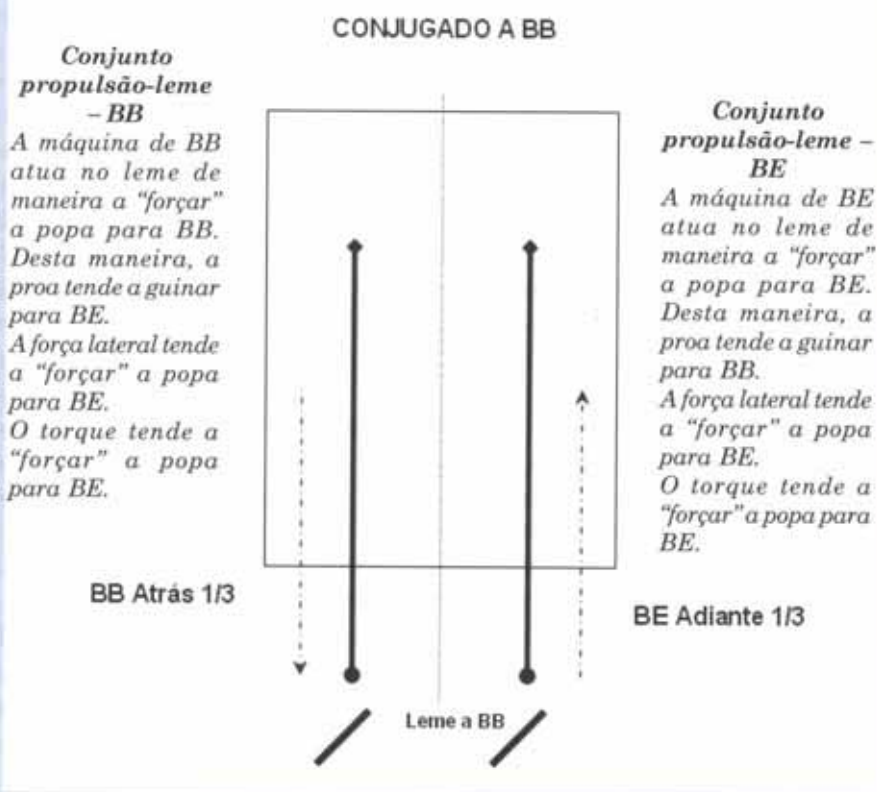
Podemos notar, assim, que a atuação do leme é maior quando com máquinas adiante.

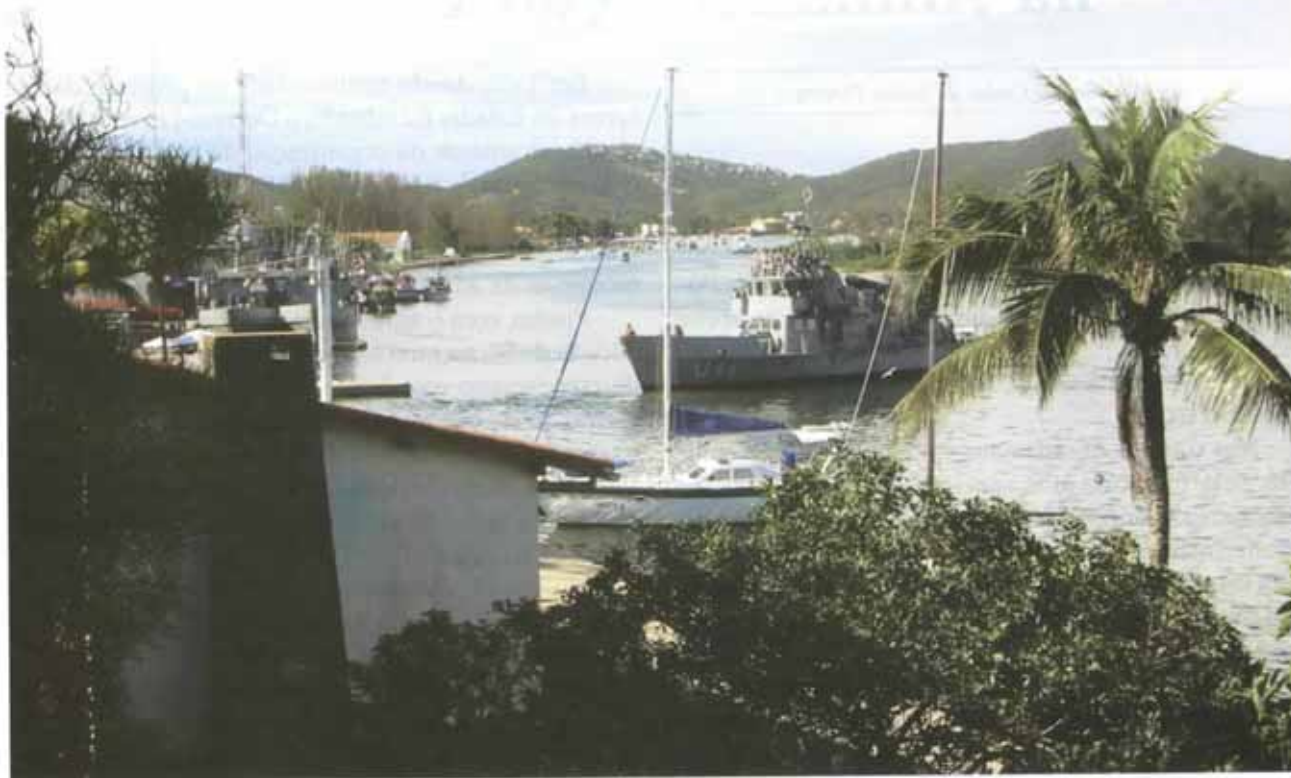
De posse desses dados, é fácil determinarmos para que bordo deveremos colocar o leme a fim de ajudarmos o conjugado gerado pela propulsão.

Vamos analisar a influência das máquinas e dos lemes em um conjugado típico, com as máquinas invertidas e na mesma intensidade.

Vemos que o Torque e a Força Lateral gerada por ambos os eixos fazem com que o navio tenda a guinar para BB. Porém, podemos notar que os lemes irão atuar de maneira contraditória, exercendo influências contrárias em relação ao outro.

Como vimos anteriormente, pela diferença de pressão exercida pela propulsão sobre as portas dos lemes em diferentes sentidos de rotação, a atuação do leme no bordo da máquina que está dando adiante será muito maior. Por isso, a força resultante da ação dos lemes irá ajudar a guinada do navio para BB.





Aviso de Instrução "Guarda-Marinha Jansen" manobrando para atracação, no interior do Canal do Itajuru – Cabo Frio.

Conclusão

Conhecer o navio. Este é o primeiro passo para se tornar um bom Oficial de Manobra. De nada adiantam as informações de profundidade na carta náutica e um bom fixo da navegação, se o Oficial de Manobra desconhece o calado do navio.

Os conceitos básicos do que podemos chamar de "Física do Navio" devem ser interiorizados e, posteriormente, se tornarão uma das componentes do que costumamos chamar de "sentimento do navio".

Diz-se "sentimento do navio" pois cada navio responde de maneira diferente à influência da natureza. Cada navio possui disposição e características particulares de seu sistema propulsor e de governo. Por isso a importância de nos "qualificarmos na classe".

Devemos conhecer as instalações de máquinas, seu arranjo e o sistema de governo. Conhecendo nosso navio e sabendo como atuam as forças provenientes

de nossas ordens de máquinas e leme, saberemos o que deveríamos ter como resposta, em termos de atitude do navio. Esta diferença, entre o que esperamos e como o navio responde, aliada à observação da natureza é que nos dará o sentimento do nosso navio.

Então, entenderemos a influência do vento, da corrente, e saberemos como utilizá-los em proveito de nossa manobra.

REFERÊNCIA:

NAVAL SHIPHANDLING

CHAPTER 3 – PROPELERS AND RUDDERS

FOURTH EDITION

R.S. CRENSHAW, JR. CAPTAIN, U.S. NAVY (RETIRED)
