



MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA
CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE



ELISANA DE OLIVEIRA MAIA



MANOBRABILIDADE DO NAVIO

RIO DE JANEIRO
2013

ELISANA DE OLIVEIRA MAIA

MANOBRABILIDADE DO NAVIO

Monografia apresentada como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador (a): Henrique Vaiceberg

Rio de Janeiro

2013

ELISANA DE OLIVEIRA MAIA

MANOBRABILIDADE DO NAVIO

Monografia apresentada como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas Náutica da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador (a): Henrique Vaiceberg

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu irmão Valber Maia, minha grande inspiração, a quem sempre admirei, sempre me mostrando a realidade da nossa profissão, com quem eu terei muito orgulho de trabalhar junto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todo Seu cuidado e pela graça derramada sobre minha vida. Agradeço a meus pais, que não me deixaram desistir do sonho de ingressar na Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante, que sempre me apoiaram nas horas mais difíceis. Vocês são minha base, anjos que Deus separou pra cuidar de mim. Não esquecendo dos professores que me ajudaram chegar até aqui, a inesquecível Nilcéia Paixão, Edméia e Francisco Lancelotte, essenciais nessa conquista.

Quando seu tudo for Deus, nada te atingirá, nem a luta tirará o sorriso do teu rosto, a esperança e os sonhos do seu coração, pois quem tem Deus como sua força tudo suporta, confia, espera, e alcança na hora certa.

RESUMO

Esse seguinte trabalho tem por objetivo elucidar alguns aspectos que afetam a manobrabilidade do navio. No primeiro capítulo, apresentamos alguns efeitos muito conhecidos são abordados como a cavitação, ventilação e Squat e as maneiras de evita-los, quando possível ou ao menos reduzi-los. Já no segundo capítulo abordamos os aspectos do meio ambiente que afetam a manobra, como vento e corrente

Palavras chaves: Cavitação, Ventilação, Squat, Vento e Corrente.

ABSTRACT

This following study aims to elucidate some aspects that affect the maneuverability of the ship. In the first chapter, some effects are addressed well known as cavitation, ventilation and Squat and ways to avoid them when possible or at least reduce them. In the second chapter we discuss aspects of the environment that affect the maneuver such as wind and current.

Key words: Cavitation, Ventilation, Squat, Wind and Current .

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Efeito da Cavitação. Pg 12

Figura 2. Hélice. Pg 13

Figura 3. Efeito da Ventilação. Pg 14

Figura 4. Tubo Kort. Pg 15

Figura 5. Rake. Pg 16

Figura 6. Skew. Pg17

Figura 7. Cup. Pg 18

Figura 8. Efeito Squat. Pg 19

Figura 9. Tabela de Intensidade do Vento. Pg 26

Figura 10. Bordos de Entrada do Vento. Pg 27

Figura 11. Relação de Rumo e Velocidade. Pg 28

Figura 12. Aproximação da Linha do Vento. Pg 29

Figura 13. Navio de afastando da Linha do Vento. Pg 29

Figura 14. Efeito do Atrito. Pg 30

Figura 15. Formação de ondas. Pg 30

Figura 16. Efeito da Esteira. Pg 31

Figura 17. Efeito Swell. Pg 31

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1 FENÔMENOS HIDRODINÂMICOS QUE AFETAM A MANOBRABILIDADE	11
1.1 Cavitação.....	11
1.2 Ventilação.....	13
1.3 Como evitar a Cavitação e a Ventilação.....	14
1.3.1 Inserção do tubo Kort.....	14
1.3.2 Rake.....	15
1.3.3. Skew.....	16
1.3.4 Cup.....	17
1.3.5 Considerações.....	18
1.4 Efeito Squat.....	18
1.4.1 Consequências do efeito Squat.....	21
2 EFEITOS DO MEIO AMBIENTE SOBRE A MANOBRA.....	24
2.1 Efeitos do vento: Direção e Força.....	24
2.1.1 Barlavento e Sotavento.....	26
2.1.2 Vento Real.....	26
2.1.3 Manobra em relação ao vento.....	27
2.2. Efeitos da corrente.....	28
2.2.1 Efeito do atrito.....	28
2.2.2 Efeito da Formação de ondas.....	29
2.2.3 Efeitos da Esteira.....	30
2.3.4 Efeito Swell.....	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

INTRODUÇÃO

A navegação é uma arte explorada há muitos anos, porém durante muito tempo ela foi feita pela intuição do homem, entretanto, sua ciência foi exposta há poucos anos, não como algo subjetivo, mas sim como algo bastante objetivo quando analisado calmamente.

Uma das principais preocupações do setor marítimo é promover a segurança da navegação e a salvaguarda da vida humana no mar. E para isso a capacidade de manter a manobrabilidade do navio é de extrema importância, visto que uma vez perdida o navio se encontra a mercê das intempéries do mar.

Para manter tal manobrabilidade, começou-se a estudar os efeitos hidrodinâmicos sobre o navio como a cavitação, a ventilação, que são efeitos sobre o hélice do navio e o efeito squat. Foram também desenvolvidas maneiras de diminuir tais efeitos como causar assimetrias propositalmente nas pás e inserir tubos para ajudar no escoamento da água.

Não deixando também de ressaltar a importância dos efeitos naturais, como a ação do vento e sua importância para a navegação, e também a corrente que muito influencia numa boa manobrabilidade.

CAPÍTULO I

FENÔMENOS HIDRODINÂMICOS QUE AFETAM A MANOBRABILIDADE

1.1- Cavitação

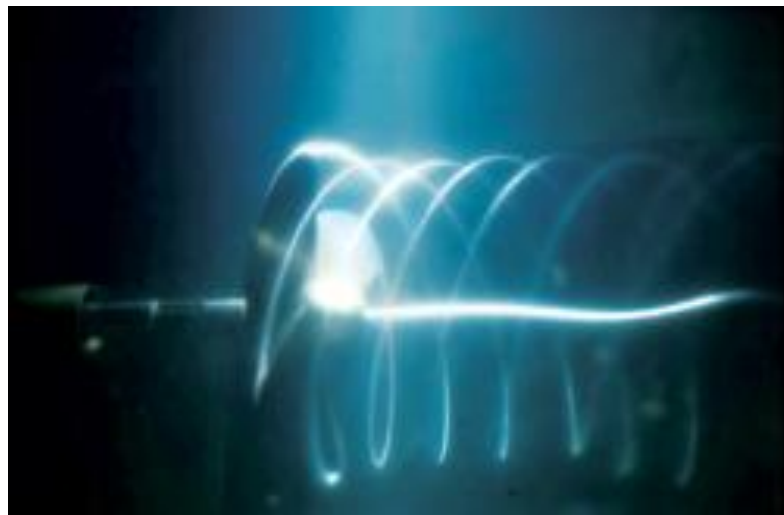


Figura 1

Primeiramente para entendermos o fenômeno da cavitação é preciso entender como funciona um hélice, que o formato de suas pás faz com que a água que se encontra à vante seja levada para trás gerando um movimento para frente.

Este movimento gera pressões diferentes nas pás do hélice ,uma pressão maior no lado posterior e uma inferior no anterior .Quanto maior for o giro maior será a diferença de pressão entre os lados de uma mesma pá.

A Cavitação é o fenômeno decorrente da formação de bolhas de vapor nas regiões de baixas pressões, quando existe uma velocidade relativa muito alta entre o líquido e uma superfície sólida

A física explica que a água ferve a uma determinada pressão ,isto é quanto menor for a pressão mais fácil será fazer a água ferver ,e é o que ocorre em algumas áreas do hélice.

O líquido fica cheio de cavidades correspondentes as bolhas de vapor formadas. Estas bolhas, em razão do fluxo, são levadas para regiões de altas pressões onde sofrem colapso (implodem).

Pelo principio da conservação de energia, a implosão dessas bolhas gera um onda de choque que, ao incidirem contra a superfície solida provocam serias avarias e trepidações.

Uma consequência desse efeito é o desgaste ou erosão do casco ou do hélice, que poderá causar desbalanceamento do hélice, prociar a oxidação do casco reduzindo assim a eficiência da propulsão . A causa da cavitação pode ser alguma irregularidade no bordo de ataque da pá, porosidade na superfície da pá, cup em excesso, ou até uma pá mau projetada.

Logo deve-se tomar cuidado com e feito da cavitação em altas velocidades de rotação do hélice.

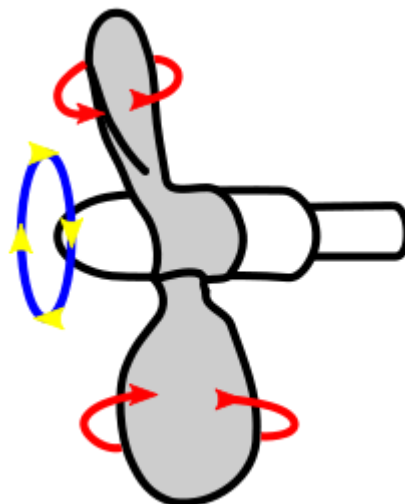


Figura 2

Resumindo esse efeito

Aumentando a velocidade angular w aumenta-se a velocidade tangencial v , reduzindo-se assim a pressão em volta das pás, conseqüentemente diminuindo a temperatura de ebulição da água circundante, fazendo com que ela entre mais cedo em ebulição.

1.2-Ventilação

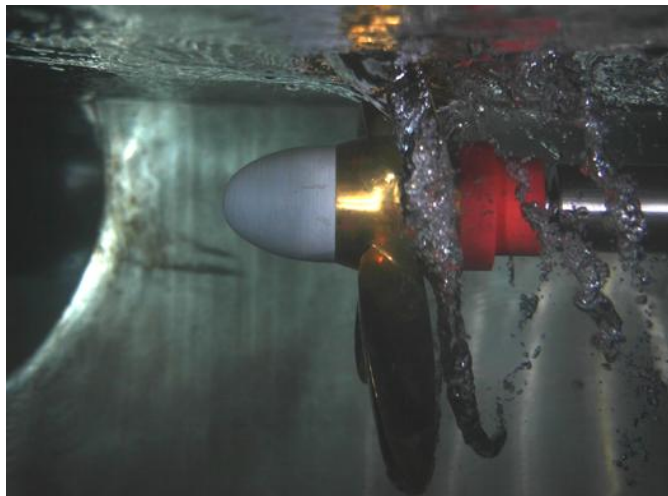


Figura 3

A ventilação ocorre quando o propulsor está parcialmente submerso, ou passando por mar grosso onde o ar ou gases de descarga são sugados pelo hélice. Quando isto ocorre, não há nada substancial para as pás impulsionarem. Assim perde-se a tração e o giro sobe. Com o aumento do giro então aparece a cavitação.

Tanto os efeitos da cavitação quanto da ventilação podem ser reduzidos se for aumentada a profundidade em que o hélice se encontra, já que a cavitação será reduzida devido ao aumento da pressão hidrostática que aumenta a margem da pressão de vapor; e a ventilação também seria reduzida pois o hélice estaria mais longe da superfície e de outros gases que poderiam ser “sugados” pelo giro das pás.

1.3- Como evitar a Cavitação e a Ventilação

1.3.1-Inserção de tubo Kort



Figura 4

A inserção do tubo kort faz com que a água que passa pelo hélice, passe com uma mesma velocidade, tanto antes como após o hélice, evitando assim uma diferença de pressão que como já vimos anteriormente poderá desencadear a cavitação. Sendo o mais utilizado, pois não apresenta problemas nas operações a ré como os métodos do Rake e Skew.

1.3.2-Rake

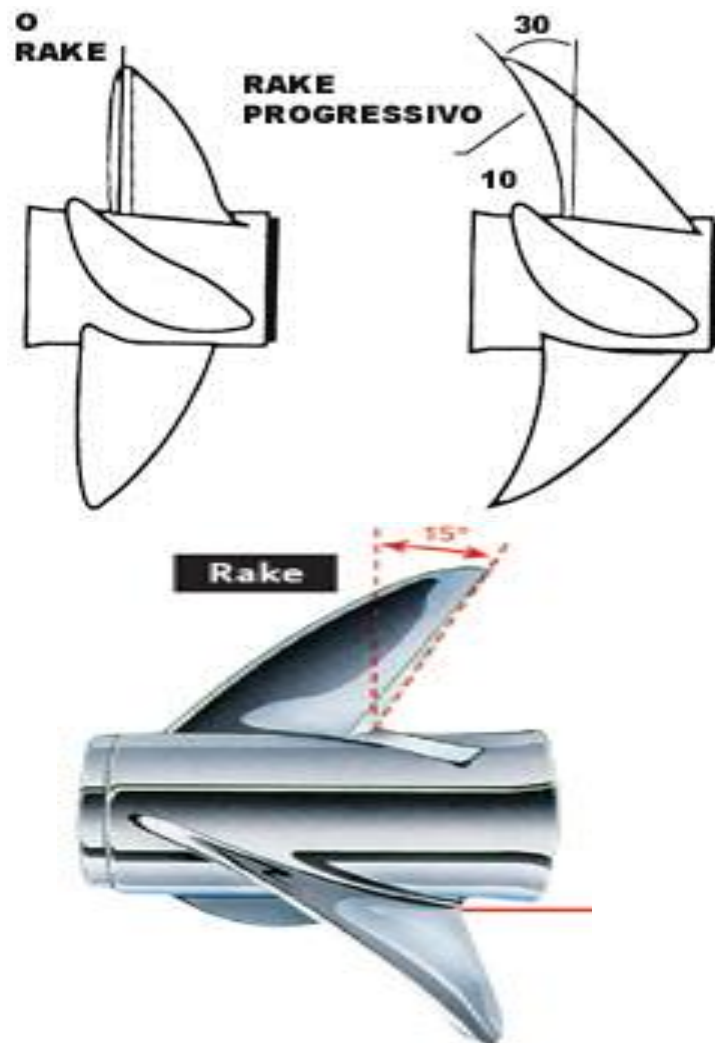


Figura 5

O rake é uma inclinação do eixo das pás no sentido longitudinal da embarcação, em geral a ré, sendo medido em ângulos. Se a pá é perpendicular ao eixo, esta tem 0o de rake. Quanto maior o ângulo de, melhor é a habilidade do hélice trabalhar próximo à superfície, evitando efeitos de cavitação e ventilação

Esse recurso é utilizado para aumentar a distancia das pas em relação ao casco, podendo assim permitir um aumento do diâmetro de hélice, em função do tipo de popa.

1.3.3- Skew

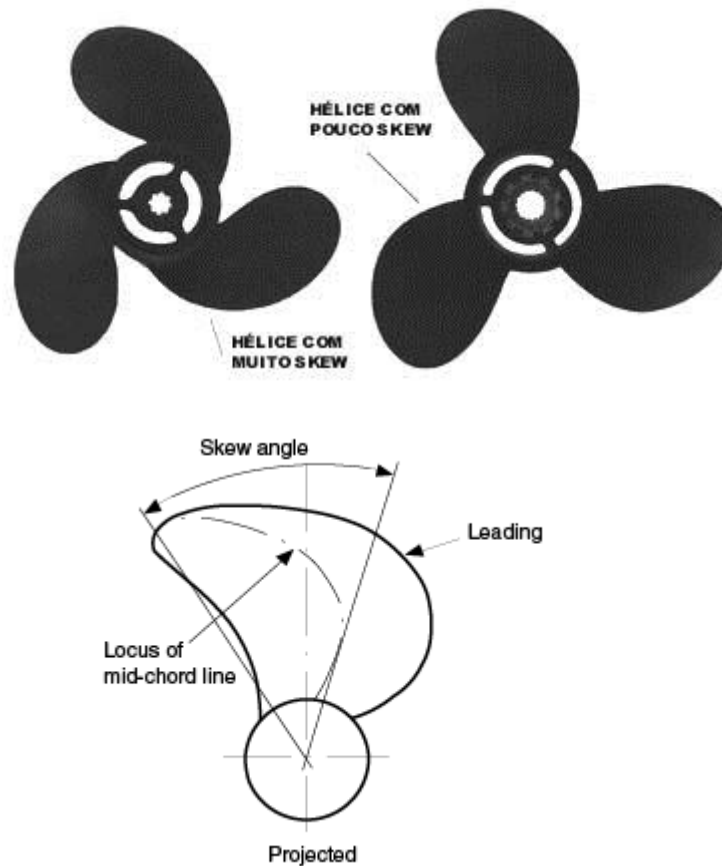


Figura 6

Skew pode ser definido como a assimetria de contorno em relação a linha geratriz das pás.

Esse método torna mais suave a passagem das pás do hélice pelas regiões de diferentes velocidades, desse modo ficam reduzidas as variações de pressão junto a pá.

Uma pá com maior skew, ou mais inclinada radialmente, reduz a vibração da pá quando entra na água. A quantidade de pás também influencia na vibração do navio, quanto mais pás, menos eficiência, mas também menos vibração.

1.3.4-CUP

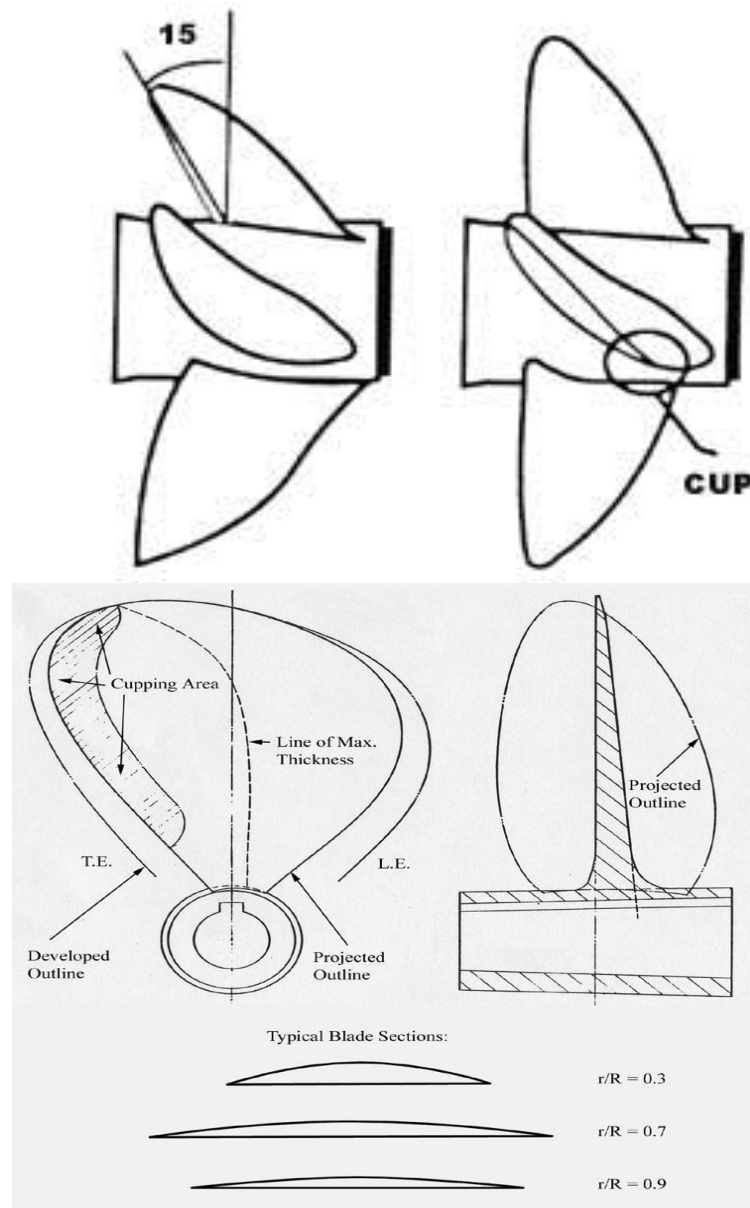


Figura 7

Cup é a concavidade que se vê no bordo de fuga da pá de um propulsor, evitando assim que o fluxo de água passe da área de maior pressão para a de menos pressão, além de evitar a cavitação e proporcionar melhoras na atuação do hélice em altas velocidades.

1.3.5-Considerações

Rake e Skew

Uma consideração importante deve ser feita sobre esses dois métodos. Eles possuem serias restrições nas operações a ré, sendo assim mais indicado como método de redução da cavitação e ventilação, a inserção do tubo corte que atua normalmente nas duas maneira, vante e ré.

Área das pás

Quanto menor a área das pás, menores as perdas por atrito, aumentando a eficiência, porém, também e maior a probabilidade de ocorrer cavitação.

1.4- Efeito Squat

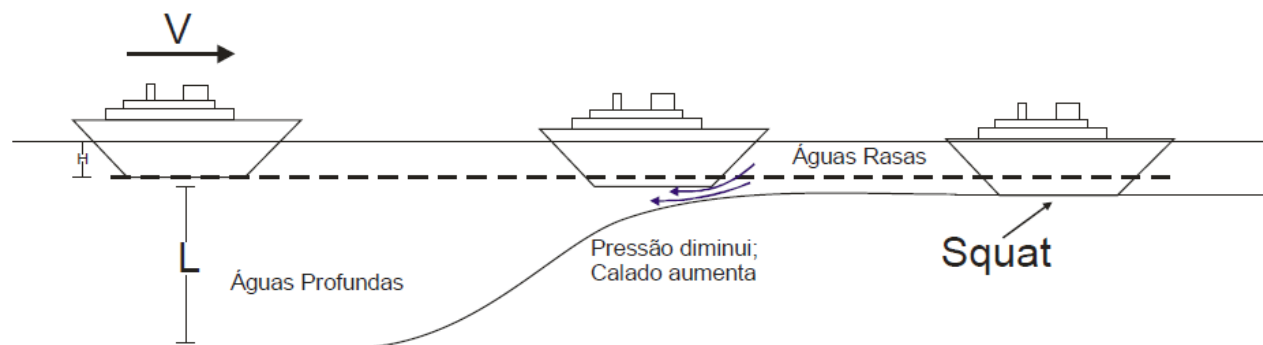


Figura 8

O efeito Squat acontece quando há um aumento da velocidade de escoamento sob o fundo da embarcação, isso produz uma redução da pressão, assim gera uma “sucção” fazendo aumentar o calado e o trim

Quando um navio inicia o segmento através da água, ele sofre uma mudança em seu calado médio, sendo esse efeito conhecido como afundamento. Esse efeito pode ocorrer igualmente a vante e a ré, ou ser maior em um dos dois pontos, resultando em uma mudança no compasso junto com a mudança do calado médio. A combinação desse afundamento com o compasso é chamado squat. Afundamento é o aumento total do calado, isto é, o aumento no calado médio em virtude do movimento em um canal restrito.

Compasso é a rotação ao longo do eixo transversal devido a mudanças na pressão na água e o resultante aumento no calado em algum ponto ao longo do comprimento do casco sendo a maior mudança na proa ou na popa dependente do formato do casco.

Squat é a combinação do compasso com o afundamento, com sua maior medida e localização ao longo do casco na proa ou na popa, dependente da direção da mudança no compasso. É um fenômeno natural quando o navio se move em um canal com restrições de (profundidade e largura), ou quando sobre mudanças bruscas de profundidade.

O navio desloca um montante de água igual ao seu próprio peso. Essa água deslocada se move primeiramente ao longo e sob o casco e retorna a ré para “preencher” o vazio deixado pelo avanço do navio, assim quando maior for a velocidade do navio se movendo em relação a água, mais rápido será o fluxo sob e ao longo da carena, e menor será a pressão da água como resultado dessa velocidade

Dependendo de onde ocorrer a maior redução na pressão ao longo do comprimento do casco, essa redução resultará em afundamento. (aumento no calado) na proa ou na popa, embora haja aumento no calado médio do navio.

Conforme o navio entra em águas mais rasas, o fluxo de água se torna mais restrito devido a redução da folga sob a quilha (2), se o canal se torna estreito além de raso, o fluxo

também sofre restrição em um ou em ambos os lados dependendo da posição do navio em relação ao centro do canal.

Quando o navio está manobrando em água rasa, a folga sob a quilha é menor que 0,5 do calado do navio e se torna crítica quando atinge 0,2 tendo todos os efeitos aumentados.

O efeito dessa restrição é dependente de alguns fatores ou variáveis:

1. A velocidade do navio na água.
2. A relação do calado com a profundidade.
3. A relação entre a boca do navio com a largura do canal.
4. O coeficiente de bloco
5. O deslocamento do navio que determinará o montante de água passar sob e em torno do casco numa dada velocidade.
6. A razão e o período de aceleração enquanto o navio aumenta a velocidade.

Consideremos o efeito da velocidade do navio que é o fator sobre o qual se tem mais controle. Percebe-se baseado em observações dos navios e de modelos atuais que efeito squat é proporcional ao quadrado da velocidade. Se a velocidade dobra, o squat quadruplica. Com os grandes navios atuais e com a conseqüente diminuição da folga sob a quilha, torna-se óbvio que a velocidade e o resultante efeito squat devem ser considerados com atenção. Deve-se notar que a velocidade do navio se refere à velocidade na água e não em relação ao fundo, assim, se o navio estiver movendo-se contra a correnteza a velocidade em relação a água aumenta.

A área da seção mestra do navio é significativa quando comparada com a área da seção de um canal estreito. A relação dessas duas áreas, com referência ao efeito de restrição,

determina o espaço através do qual a água deslocada deve fluir. Obviamente quanto menos área disponível, maior será a velocidade do fluxo para uma dada velocidade do navio e maior a resultante queda de pressão em torno e sob o casco.

A fórmula comumente usada para o cálculo foi expressa por Barrass, Phd, e o squat total pode ser calculado através dela com relativa precisão.

$$\text{Squat} = \text{coeficiente de bloco} \times V^2 / 100, \text{ em metros.}$$

Assim, em um navio com coeficiente de bloco = 0,8 navegando em águas rasas a 10 nós ele afunda aproximadamente 1,6 metros. Se a velocidade for reduzida para 5 nós o mesmo navio afundará apenas 0,4 metros ou um quarto do squat a 10 nós. Lembrando que em águas rasas e restritas o efeito Squat é o dobro do encontrado através da fórmula acima.

Deve-se notar que essa fórmula na maioria das vezes superestima o squat e portanto já provê uma margem de segurança. Em alguns casos onde a fórmula foi comparada com o squat medido, a margem de segurança foi considerada bastante para cálculos práticos. Existe então um limite prático para a velocidade na qual um navio pode navegar num canal: um navio que faz 16 nós a 80 rpm em águas profundas deve fazer apenas 9 ou 10 nós em águas rasas com a mesma rotação. Este limite é alcançado quando a água flui numa velocidade alta, então o navio torna-se difícil de governar.

1.4.1-Consequências do efeito Squat

O efeito squat afeta o governo e as guinadas. Um navio que sofre efeito squat se torna mais direcionalmente estável, mais difícil de guinar e tem sua curva de giro aumentada quando o squat se dá pela popa e o inverso ocorre quando se dá pela proa, tornando-se direcionalmente instável.

Efeito squat, profundidade, compasso, formato da carena e velocidade são assim dinamicamente inter relacionados. O efeito de bancos próximos são também importantes em qualquer discussão a respeito de governo e guinadas.

O squat ocorrerá na proa ou na popa, de acordo com o coeficiente de bloco. Navios com grandes coeficientes de bloco (maior que 0,75) tenderão a sofrer o efeito squat na proa. Navios com esse coeficiente geralmente são graneleiros ou petroleiros que têm formas cheias avante. As curvas da área submersa são, portanto, importantes na previsão do squat. Se as curvas alcançam seu ponto máximo nas suas sessões mais avante, o navio deve compassar pela proa. Geralmente, navios com formas mais delgadas, como os porta contêineres, compassam pela popa, devido a seu baixo coeficiente de bloco.

Esse fenômeno se deve a uma maior ou menor aceleração da água que flui em direção a região de maior restrição (da proa até a seção mestra). Em coeficientes de bloco maiores, ou seja, em navios com seções mais cheias (ou mais volumosas) a vante, a água acelera mais rápido do que em formas mais delgadas onde a mesma atinge as seções mais volumosas mais para a ré. Assim, no primeiro caso a água estará numa velocidade maior mais avante determinando na proa uma área de menor pressão.

O efeito squat, é um fenômeno bem conhecido por afetar o calado numa determinada configuração de um canal, forma do casco e velocidade na água. De fato outras componentes dinâmicas também afetam a folga sob a quilha como:

➤ Aceleração

A aceleração tem um efeito significativo quando se manobra em águas rasas. Mudanças na rotação ou passo do hélice tem um grande efeito na folga sob a quilha. Testes indicam que o squat durante a aceleração é aproximadamente o dobro do calculado pela fórmula de Barras que assume uma velocidade constante. Assim, um navio muito potente pode tocar o fundo enquanto acelera mesmo que haja água suficiente sob a quilha quando a velocidade segura for atingida.

➤ Interação navio-navio

O efeito squat também aumenta quando dois navios se encontram em um canal estreito, sendo óbvio que é inversamente proporcional a distancia entre os navios e na razão direta da velocidade relativa dos navios.

Poderíamos esperar um efeito squat maior quando dois navios navegam paralelos em um situação de ultrapassagem num canal estreito do que numa situação onde os dois se cruzam no canal devido ao maior período de tempo em que atua essa interação.

Porém por não haver ainda dados suficientes para suportar ou refutar essa afirmativa, é melhor assumir que o squat nessa situação é tão grande quanto, e que o efeito se estende por mais tempo.

➤ Adernamento durante guinadas

O adernamento durante as guinadas é outro fator limitante para a profundidade mínima sob a quilha visto que para navios com maior boca, cada grau no ângulo de adernamento, o bordo que se aproxima mais do fundo também tende a sofrer mais o efeito squat. Poderíamos dizer assim que nesse caso o efeito squat se dá no sentido longitudinal e possivelmente associado ao que ocorre no sentido transversal já discutido.

➤ Estabilidade

Embora navios graneleiros e petroleiros estejam mais sujeitos a terem maior aumento no calado porque o squat é maior para navios com coeficiente de bloco maior e frequentemente necessitem de mais folga sob a quilha para uma dada velocidade, grandes navios porta contêineres em baixas velocidades devido a baixa altura metacêntrica tenderão a balançar mais nas mesmas velocidades, requerendo ainda mais folga sob a quilha.

CAPÍTULO II

EFEITOS DO MEIO AMBIENTE SOBRE A MANOBRA

2.1-Efeito do Vento: Direção e Força

Os ventos são designados pela direção de onde sopram. Por exemplo o vento N vem do norte, o vento SW sopra de SW para NE. A força do vento é a pressão que ele exerce sobre a unidade de área. Na prática, mede-se a velocidade que é a distância que o ar percorre na unidade de tempo.

No mar adota-se a velocidade do vento em nós (milhas / hora). Para designar a força do vento adota-se a escala internacional de Beaufort em números de 1 a 12.

As correntes marítimas são designadas pela direção para onde vão. Uma corrente Norte vai para o Norte.

Designação Beaufort	Velocidade		Aspecto do mar
	nós	m/s	
0 - Calmaria	< 1	0 a 0,2	Espelhado.
1 - Bafagem	1 a 3	0,3 a 1,5	Mar encrespado em pequenas rugas com aparência de escamas, sem cristas.
2 - Aragem	4 a 6	1,6 a 3,3	Ligeiras ondulações curtas, de 30 cm de altura com cristas viradas, mas sem arrebenção.
3 - Fraco	7 a 10	3,4 a 5,4	Grandes ondulações de 60 cm, com princípio de arrebenção. Alguns carneiros.
4 - Moderado	11 a 16	5,5 a 7,9	Pequenas vagas de 1,50 m, com freqüentes carneiros.
5 - Fresco	17 a 21	8,0 a 10,7	Vagas moderadas, de forma longa e 2,40 m de altura. Muitos carneiros. Possibilidade de alguns borrifos.
6 - Muito fresco	22 a 27	10,8 a 13,8	Grandes vagas de 3,60 m de altura. Muitas cristas brancas. Freqüentes borrifos.
7 - Forte	28 a 33	13,9 a 17,1	Mar grosso. Vagas de 4,80 m de altura. A espuma da arrebenção se dispõe em estrias, indicando a direção do vento. Muitos borrifos.
8 - Muito forte	34 a 40	17,2 a 20,7	Vagalhões regulares de 5,50 a 7,50 m com faixas espessas e espuma branca e franca arrebenção.
9 - Duro	41 a 47	20,8 a 24,4	Vagalhões de 7,00 a 10,00 m com faixas de espuma densa. O mar rola. A visibilidade começa a ser afetada.
10 - Muito duro	48 a 55	24,5 a 28,4	Grandes vagalhões de 9,00 a 12,00 m. O vento arranca as faixas de espuma, arrebenando as vagas em cascata. Visibilidade reduzida. A superfície do mar é quase toda coberta de estrias brancas.
11 - Tempestuoso	56 a 63	28,5 a 32,6	Vagalhões excepcionalmente grandes, até 16,00 m. A visibilidade é afetada. Os navios de tamanho médio desaparecem no cavado das vagas.
12 - Furacão	64 e acima	32,7 e acima	Mar branco de espuma; respingos saturam o ar. A visibilidade é seriamente afetada.

Figura 9

2.1.1-Barlavento e Sotavento

Importante para uma boa análise da força do vento, de onde vem, se esta a barla vento ou sota vento. Barlavento é o bordo por onde entra o vento. Sotavento é o bordo por onde o vento sai.

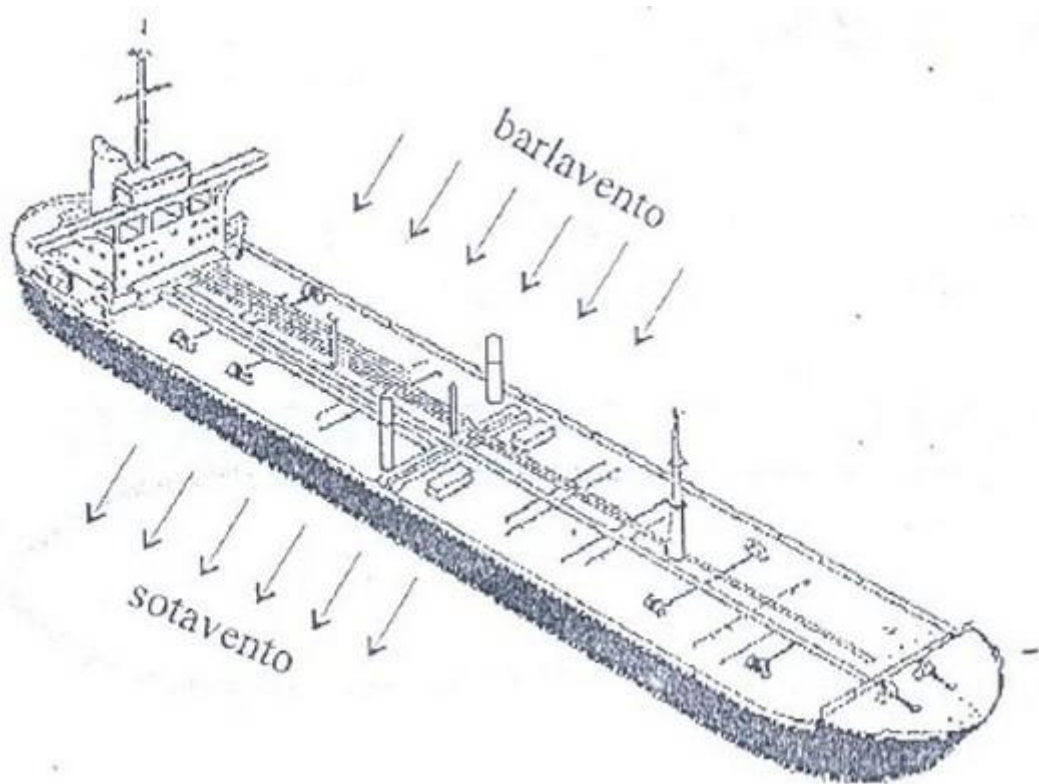


Figura 10

2.1.2- Vento Real

O vento real ou verdadeiro consiste no deslocamento do ar produzido por fenômenos naturais e incide na superfície vélica do navio. O movimento do navio causa um deslocamento de ar em oposição à velocidade e seu efeito será tanto maior quanto maior for a velocidade e a superfície vélica do navio. A resultante destes dois efeitos denomina-se vento aparente ou vento relativo. O Anemômetro mede adireção e a velocidade deste vento relativo e esta é uma

boa indicação da intensidade da resistência aerodinâmica que atua na superfície vélica do navio.

A bordo de um navio em movimento, o vento observado é o vento aparente ou relativo. O vento verdadeiro ou absoluto é estimado pela observação da superfície do mar ou traça-se o triângulo de velocidades

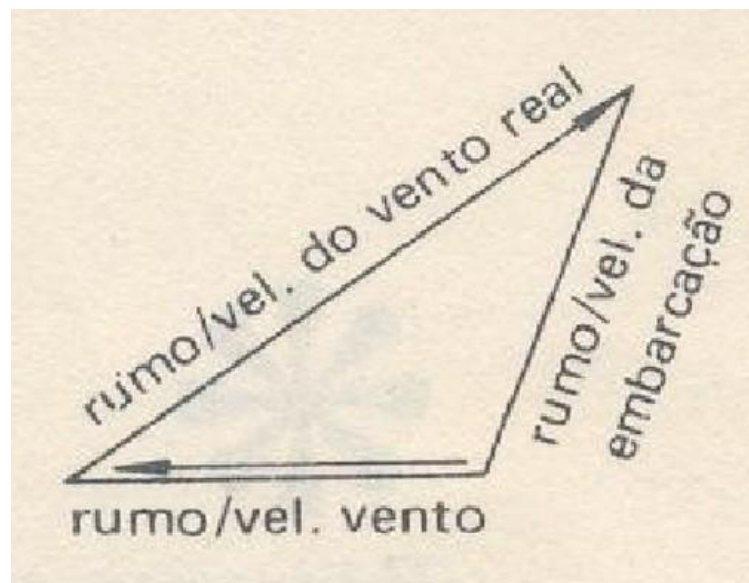


Figura 11

2.1.3- Manobras em relação ao vento

Quando manobramos em relação ao vento, temos duas opções orçar ou arribar. Sendo que orçar é manobrar de forma a navegar com a proa mais próxima da linha do vento. Isto diminui o seguimento do navio, reduz a velocidade de aproximação e outras formas de auxílio em atracções e fundeios e arribar é manobrar de forma a afastar a proa da linha do vento. É usada para diminuir a resistência aerodinâmica no navio ou até mesmo aumentar a ação evolutiva do navio utilizando-se a força do vento.

Orçar significa se aproximar a linha do vento.

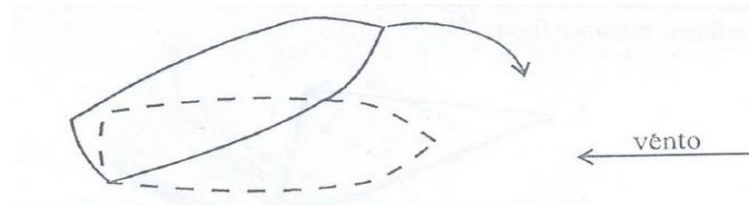


Figura 12

Arribar significa se afastar da linha do vento.

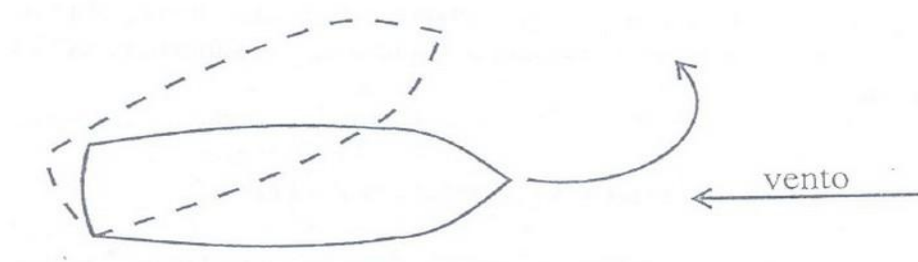


Figura 13

2.2- Efeitos da Corrente

2.2.1- Efeito do atrito

È o efeito responsável pelo desgaste. No caso do navio, o efeito é vibração no casco e este efeito é mais acentuado em águas rasas ou canais estreitos.

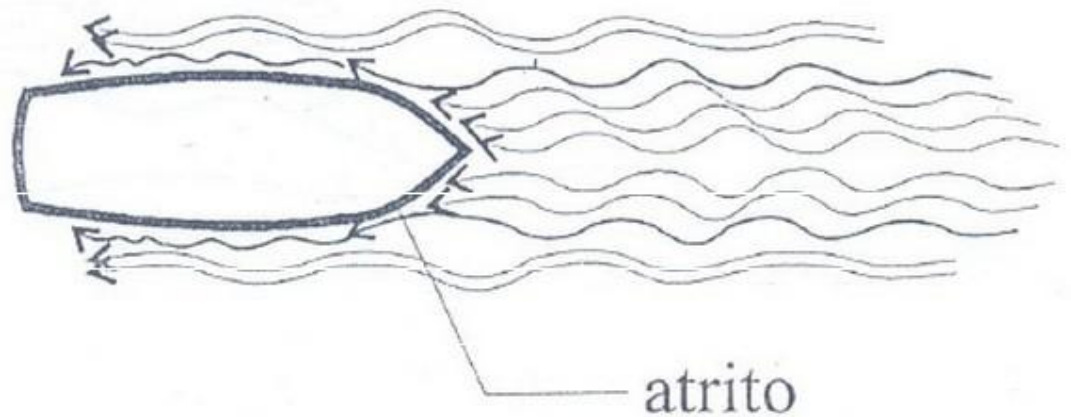


Figura 14

2.2.2- Efeito da Formação de ondas

No caso do navio em movimento, verifica-se a formação de um sistema de ondas que se inicia na proa (bigode), prossegue ao longo do navio até o aparecimento de ondas divergentes. Este efeito tem uma relação direta com a velocidade e o comprimento do navio, sendo este o mais forte componente da resistência hidrodinâmica.

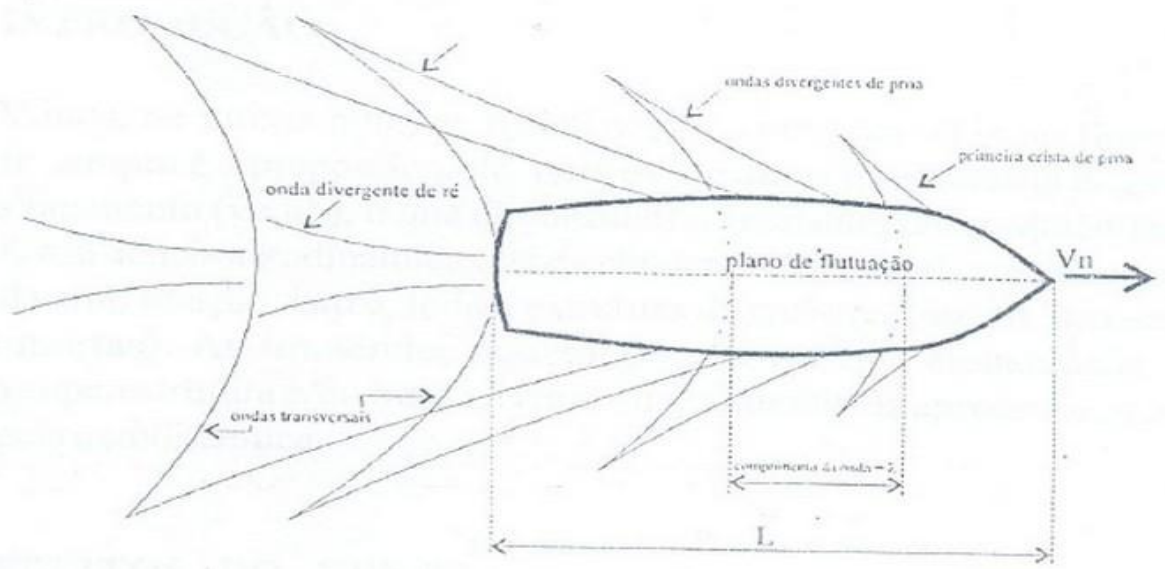


Figura 15

2.2.3-Efeito de Esteira

É o efeito responsável pela turbulência . No caso do navio, faz-se notar na popa, em consequência do deslocamento da massa de água produzido pela carena do navio em movimento. A contribuição mais importante deste efeito é anular a pressão lateral das pás (PLP) à medida que o navio adquire seguimento.



Figura 16

2.2.4-Efeito Swell



Figura 17

Swell, no contexto de um oceano, ou de um lago, é uma série de ondas de superfície que não é gerada pelo vento local. Ondas swell frequentemente têm um comprimento de onda longo, mas isto varia com o tamanho da massa de água, por exemplo raramente mais de 150 m no Mediterrâneo, às vezes, com ondas ocasionalmente superiores a 700 m de distância nas tempestades mais severas.

Swells tem uma faixa mais estreita de frequências e direções que a brisa do mar, porque as ondas swell são propagadas a partir de sua área de geração e foram dissipadas. Swells são muitas vezes criadas por tempestades a milhares de milhas náuticas de distância da praia onde elas quebram, e a propagação das ondas mais longas só é limitada pela costa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste trabalho foi possível verificar os mais importantes e mais comuns efeitos hidrodinâmicos que afetam o navio, como a cavitação e a ventilação, e o efeito que o navio sofre ao passar por canais estreitos com alta velocidade ou ao passar próximo demais de outro navio chamado Squat. Vimos também os efeitos que a natureza impõem ao navio como fortes ventos e correnteza, e a importância de compreendê-los para uma melhor navegação e consequentemente mais segura.

Relatamos também as alternativas que o homem criou para reduzir esses efeitos como causar assimetria das pás inserir tubos, porém todas essas alternativas são em muitos casos são limitadas pois somente reduzem os efeitos não sendo capazes de eliminá-los.

Podemos aprender também maneiras eficazes de tentar diminuir os efeitos do vento e da corrente, com maneiras apropriadas de se manobrar com o objetivo de diminuir a velocidade de aproximação entre navios, diminuir o segmento e até mesmo reduzir a resistência aerodinâmica, evitando maiores esforços realizados pelo navio economizando combustível e reduzindo o esforço da máquina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRENSHAW, Russel Sydnor. Naval Shiphandling. 4 ed., Annapolis: United States Naval Institute, 1975.

REGAZZI, Hermamm. Hidrodinâmica para navegantes. 2ed

MacELREVEY, Daniel H.; MacELVERY, Daniel E. Shiphandling for the Mariner. 4 ed., Centreville: Cornell Maritime Press, 2004

OCTAVIO, Geraldo. Enciclopédia *Profissional* vol. 1.