



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



ARTHUR PIERSZAJEC DA SILVA



A MANOBRA DO NAVIO: O USO DE PRÁTICOS E REBOCADORES

RIO DE JANEIRO

2013

ARTHUR PIERSZAJEC DA SILVA

A MANOBRA DO NAVIO: O USO DE PRÁTICOS E REBOCADORES

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

Orientador (a): Prof. Edson Mesquita dos Santos

Rio de Janeiro

2013

ARTHUR PIERSZAJEC DA SILVA

A MANOBRA DO NAVIO: O USO DE PRÁTICOS E REBOCADORES

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

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador (a): Prof. Edson Mesquita dos Santos

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Dedico este trabalho ao meu pai, Richard, e minha mãe, Rita, e ao meu irmão, Augusto, os quais sempre me apoiaram em minhas decisões, além de me oferecerem todas as condições para eu atingir os meus objetivos.

A minha namorada, Patrícia, que contribuiu muito me incentivando e mantendo o meu foco quando era mais difícil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, a todos da minha família e aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, ao mestre Mesquita que me orienta neste trabalho e a todos os outros mestres, que me ofereceram conhecimento não só para a realização deste trabalho, como também para o exercício da profissão de oficial de náutica.

RESUMO

Esta monografia expõe e compara os diferentes tipos de rebocadores, mostrando suas diferenças, vantagens e desvantagens nas manobras do navio, além de mostrar novos tipos de propulsão e lemes que vêm facilitando as manobras e a vida de Práticos e Comandantes. Ainda expõe conceitos básicos relacionados à utilização dos serviços da praticagem.

O primeiro capítulo trata de mostrar as características dos principais tipos de rebocadores e mostra o desempenho destes navegando isoladamente. Neste, chega à conclusão de que a escolha do melhor rebocador para determinada manobra depende de alguns fatores a serem estudados.

O capítulo II aborda os tipos de Método de Assistência nos quais os rebocadores podem atuar, mostrando suas características básicas e alguns fenômenos físicos aos quais os rebocadores estarão sujeitos em cada método.

No terceiro capítulo temos uma breve demonstração dos sistemas inovadores de leme e propulsão, seus usos e vantagens em relação aos sistemas convencionais.

O último capítulo aborda a figura do prático demonstrando de uma forma abrangente alguns procedimentos a serem seguidos para uma correta e segura utilização dos seus serviços, bem como responsabilidades.

Palavras-chave: Rebocador, Manobra e Prático

Abstract

This monograph shows and compares the different types of Harbour Tugs, exposing their differences, advantages and disadvantages in the maneuvers of ships, it also shows new types of propulsion and rudders that are facilitating shiphandling and the life of Pilots and Masters. Also exposes basic concepts related to the use of the pilotage services.

The first chapter deals with the characteristics of the main types of tug boats and performance on free sailing maneuvering. This comes to the conclusion that the choice of the tug to be used in the maneuver depends on some factors to be studied.

The chapter II shows the Assisting Methods in which the tug can act, analyzing its basic features and some physical phenomenon which tugs are subject to each method.

In the third chapter we have a brief demonstration of innovative rudder and propulsions systems, their uses and advantages over the conventional systems.

The last chapter describes the pilot showing some procedures that must be followed to a correct and safe use of its services, as well as some responsibilities.

Keywords: Tug, Maneuver and Pilot

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura1.1	13
Figura1.2	13
Figura1.3	14
Figura1.4	17
Figura2.1	22
Figura2.2	23
Figura2.3	23
Figura2.4	24
Figura2.5	24
Figura2.6	26
Figura2.7	27
Figura3.1	29
Figura3.2	30
Figura3.3	30
Figura3.4	30
Figura3.5	31
Figura3.6	32
Figura3.7	32
Figura3.8	33

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO I- REBOCADORES PORTUÁRIOS	11
1.1 - Rebocadores com Propulsão à Vante	12
1.1.1 - Rebocador Trator com Propulsão Cicloidal	13
1.1.2 - Rebocador Trator com Propulsão Azimutal	14
1.2 - Rebocadores com Propulsão a Ré	15
1.2.1 - Rebocadores Convencionais	15
1.2.2 - Rebocadores Combinados	16
1.2.3 - Rebocadores Tratores-Reversos	18
1.2.4 - Rebocadores ASD	19
CAPÍTULO II- MÉTODOS DE ASSISTÊNCIA	20
2.1 - Com Cabo de Reboque	20
2.1.1 - Na Proa	20
2.1.2 - Na Popa	21
2.1.2.1 - Ação Direta	22
2.1.2.2 - Ação Indireta	22
2.1.2.3 - Arrasto Transverso	23
2.2 - No Costado do Navio	24
CAPÍTULO III- PROPULSÃO E LEME DE NAVIOS	28
3.1 - Recursos de Leme	28
3.1.1 - Lemes com Flaps	28
3.1.2 - Leme Schilling	29
3.1.3 - Leme Cicloidal	30
3.1.4 - Leme com Rotor	31
3.2 - Recursos de Propulsão	31

3.2.1 - Propulsores Transversais	32
CAPÍTULO IV- O PRÁTICO	35
4.1 - Deveres do Prático e do Comandante da Embarcação	35
4.2 - Responsabilidade Civil do Prático no Brasil	37
4.3 - Solicitação do Serviço de Praticagem	38
CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

INTRODUÇÃO

A manobra de navios sempre foi um assunto muito polêmico dentro da comunidade marítima. Com toda a adversidade gerada pela natureza para as operações portuárias, o homem se forçou a projetar algo que pudesse contornar este ponto.

. Hoje em dia estão disponíveis modernos rebocadores que ajudam muito na manobra, ainda para auxiliar temos os práticos, que são pessoas extremamente especializadas e que conhecem a fundo o local onde atuam, tornando possível que navios maiores e mais pesados possam atracar e operar em locais onde antes jamais poderiam imaginar chegar.

A tecnologia de rebocadores já não é tão recente, eles são utilizados há décadas, porém mais recentemente foram desenvolvidos e aperfeiçoados. Aliando essa tecnologia com os estudos e métodos demonstrados nesse trabalho, a manobra do navio deixa de ser vista como algo subjetivo e passa a ser vista como algo bastante objetivo quando analisado calmamente.

Nesse contexto, este trabalho procura exemplificar os principais tipos de rebocadores, bem como compará-los e mostrar a situação em que o uso de um é mais aconselhável do que outro.

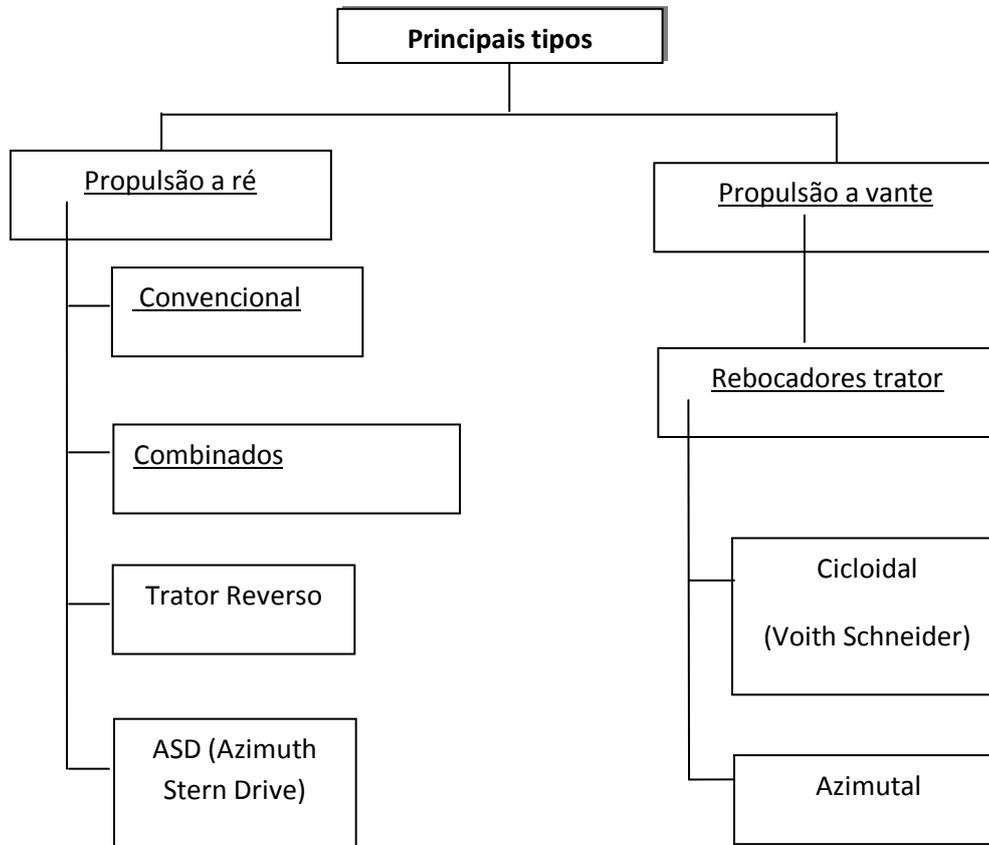
CAPÍTULO 1

REBOCADORES PORTUÁRIOS

Existem diversos tipos de rebocadores portuários para as diferentes necessidades de manobra de cada embarcação. A escolha do rebocador a ser empregado é prerrogativa legal do comandante da embarcação, cabe ao práctico prestar a assessoria necessária nesta escolha, com base em seus conhecimentos técnicos a respeito dos rebocadores existentes naquele porto.

Diversos aspectos podem ser considerados para estabelecer a capacidade de manobra de um rebocador sendo os dois principais a sua potência e a sua força de tração estática (bollard pull), porém outros fatores também tem a sua importância, tais como: estabilidade; deslocamento; tipo de propulsão; posição dos propulsores; posição do gato, cabeço ou guincho; forma e dimensões do casco e da superestrutura. E é a combinação de todas essas variáveis citadas acima que vai definir a manobrabilidade do rebocador, a melhor posição para utilizá-lo durante a manobra, suas limitações e principais qualidades.

Os rebocadores portuários podem ser classificados de acordo com suas características principais como tipo de propulsão, fabricante do propulsor, localização do propulsor e aparelho de governo; entretanto é melhor dividi-los em dois grandes grupos são eles: os de propulsão à vante e os de propulsão a ré. Dentro desses grupos existem inúmeras subdivisões, como mostrado no diagrama abaixo.



1.1 Rebocadores com propulsão à vante

São encontrados normalmente com o ponto de aplicação da força de tração (guincho, cabeça ou gato) na popa. Assim, com propulsão a vante e o cabo de reboque na popa, o rebocador trator tem excelente atuação trabalhando com o cabo da proa do navio.

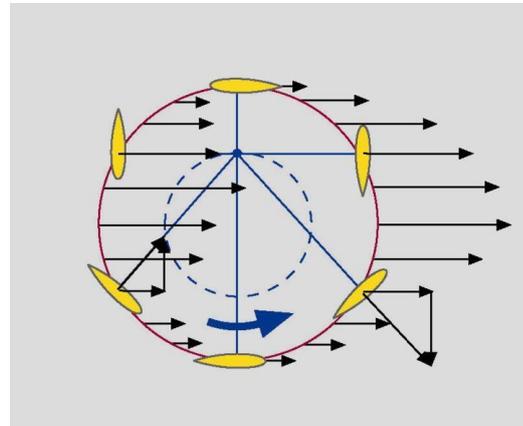
Eles podem ser divididos em cicloidais ou azimutais, os propulsores são sempre em número de dois, dispostos em linha, eqüidistantes do plano diametral, a vante da embarcação. Normalmente apresentam a mesma eficiência de propulsão para vante e para ré, tendo o sentido da movimentação de acordo com a posição onde vão operar no navio, já que o cabo deve ser passado sempre a ré do rebocador.

1.1.1 Rebocador trator com propulsão cicloidal



REBOCADOR CICLOIDAL

Figura 1.1



ESQUEMA DE FORÇAS RESULTANTES DO PROPULSOR CICLOIDAL

figura 1.2

Este tipo de rebocador tem como característica possuir dois propulsores cicloidais compostos por lâminas verticais móveis fixadas em discos dispostos paralelamente, geralmente, na proa da embarcação.

O seu conceito é muito parecido com o do hélice de passo controlável, aonde ele seleciona a rotação desejada que será fixa, a menos que seja necessário toda a força do rebocador, a direção e a velocidade do rebocador são controlados variando o passo das pás, isso permite que o rebocador navegue em qualquer direção.

Esse tipo de rebocador exige um skeg de grandes proporções localizado a ré, na altura do ponto de tração com o objetivo de aumentar a estabilidade de governo, o que é importante, especialmente, nas operações com cabo da proa ou popa do navio.

Esse tipo de rebocador tem muitas vantagens dentre elas ele tem a capacidade de atuar praticamente com a mesma eficiência para vante e para ré e a velocidade com que as alterações do sentido da aplicação e da intensidade da força podem ser feitas.

Devido ao fato de ele possuir dois propulsores cicloidais dispostos paralelamente em sua proa, ele possui um fundo com o formato reto e largo o que pode prejudicar a hidrodinâmica e uma relação entre tração estática e potência do motor inferior à dos outros sistemas de propulsão.

Esse tipo de rebocador também apresenta lâminas verticais que ainda são protegidas por uma estrutura que ajuda a direcionar o fluxo da água, porém isso faz com que seja necessário um grande calado.

1.1.2 Rebocador trator com propulsão azimutal

Os tratores com propulsão azimutal são rebocadores com dois hélices, geralmente envolvidos por tubulões e com capacidade de girar 360 graus instalados na parte de vante da embarcação.

A atuação do trator azimutal é muito parecida com a do trator cicloidal (Voith Schneider), entretanto o calado do trator azimutal pode ser consideravelmente menor, o que faz diferença na atuação em áreas de pequena profundidade.

O deslocamento de um rebocador azimutal é inferior ao deslocamento de um trator cicloidal de mesma força de tração estática, bem como o custo de construção e manutenção. Por causa da menor resistência das obras vivas o rebocador azimutal tem uma melhor atuação em velocidade do que o rebocador cicloidal. Por outro lado, exatamente pelo mesmo motivo, menor resistência das obras vivas (além do menor calado dos propulsores, o skeg é geralmente menor), o trator azimutal é menos eficiente do que o cicloidal, quando atuando com cabo da popa em ação indireta.



Figura 1.3

1.2 Rebocadores com propulsão a ré

Da mesma forma que os rebocadores tratores com propulsão a vante os rebocadores com propulsão a ré podem movimentar – se em qualquer direção desejada e produzir força de tração para ré quase igual à produzida para vante.

O fato de os propulsores estarem localizados na popa reduz o risco de serem atingidos em uma colisão ou num encalhe e permite que o calado seja menor que o de um trator de dimensões correspondentes. Garante, ainda, uma forma de casco mais hidrodinâmica com conseqüente vantagem nas operações de mar aberto ou em portos não protegidos. Além destas vantagens operacionais, estes rebocadores têm custo de manutenção mais reduzido do que os tratores, já que os reparos nos propulsores não exigem a docagem da embarcação.

Estes rebocadores também podem atuar no costado em condições até superiores aos tratores, já que, além de operar com a mesma manobrabilidade e com força de tração equivalente, empurrando ou puxando, não produzem, nesta última condição, descarga sobre o costado do navio que reduza significativamente o efeito de tração desejado. A corrente de descarga do rebocador, quando puxando para ré, é despejada sobre seu próprio casco, o que apenas reduz, ligeiramente, a força de tração.

1.2.1 Rebocadores convencionais

Este é o tipo de rebocador com concepção mais antiga que ainda está em atividade, os rebocadores convencionais são constituídos de eixo fixo, leme e pouca eficiência, mas apesar disso ainda são muito utilizados. Têm uma capacidade de manobra limitada e sua utilização requer atenção constante nas situações que possam comprometer a sua estabilidade. Entre outras características destes rebocadores, destaca – se o fato de a força de tração a ré, ser geralmente, bastante inferior à força de tração a vante. A posição do ponto de tração principal, geralmente um gato de escape à ré, é sempre a uma distância, ante a vante do propulsor, que permita o governo quando em operação com cabo no gato.

Existem diversos tipos de rebocadores convencionais, estes podem ser mais simples com apenas um eixo que apresenta uma baixa capacidade de manobrabilidade, podem ser de dois ou até três eixos que já permite uma melhor capacidade de manobra.

Os rebocadores que possuem dois hélices têm características muito semelhantes as do de um hélice, diferindo, principalmente na possibilidade de criar binário de forças na popa do rebocador, pelo uso de diferentes rotações, que irá se somar ação do leme para governar. Assim, é aumentada consideravelmente a manobrabilidade do rebocador, podendo girar no ponto pivô ou até mesmo navegar de lado.

Cada propulsor pode ser de passo fixo ou controlado, aberto ou fechado com nozzle (tubulão), em geral, quando com máquina avante, giram para dentro (inward), ou seja, o de bombordo é de passo direito e o de boreste é de passo esquerdo, dando com isso maior eficiência de propulsão.

1.2.2 Rebocadores combinados

Devido às grandes desvantagens sofridas pelos rebocadores convencionais, como foi visto, foram criados diversos equipamentos para melhorar a eficiência, um deles, foi à implementação de um bow thruster com 360 graus manobráveis, estes rebocadores convencionais equipados com este equipamento, foram convencioneados como Rebocadores Combinados, Combi-Tugs.

Com esse avanço, é possível navegar bem com máquinas a ré numa velocidade regular além de poder movimentar-se de um bordo para outro.

Os bow thrusters podem ser equipados com o sistema nozzle¹ retrátil ou fixo. Um bow thruster azimutal com um propulsor nozzle abaixo da quilha, em contraste com o de túnel, proporciona grande eficiência em qualquer direção, mesmo quando está movendo-se rapidamente. Este sistema acaba proporcionando um aumento adicional na manobrabilidade do rebocador. Para rebocadores arcaicos, este é um modo satisfatório e barato para melhorar o bollard pull da embarcação, além da manobrabilidade.

¹Nozzle – Tubo que envolve o hélice organizando o fluxo de descarga com ganho de Tração

Pode-se citar o rebocador San Pedro, da Califórnia – EUA, que foi equipado com um bow thruster de 600 bhp que aumentou em 40% o seu bollard pull², de 25 para 35 tons, além de ter aumentado a manobrabilidade.

Entretanto, se o bow thruster não é utilizado, acaba gerando resistência extra. Uma das razões de ser retrátil. Em águas rasas, bow thrusters retráteis são indispensáveis e quando houver profundidade insuficiente para operar, deve ser recolhido com tempo hábil, por isso, deve apresentar um sistema de alarme de profundidade.

Os Combi-Tugs podem operar tanto com o cabo passado a vante quanto à ré. Quando está operando com o avante, opera como um rebocador convencional, mas com a vantagem do aumento da velocidade máxima, manobrabilidade e bollard pull. Além de possuir um risco menor de girting e um tempo menor de resposta devido à alta manobrabilidade.

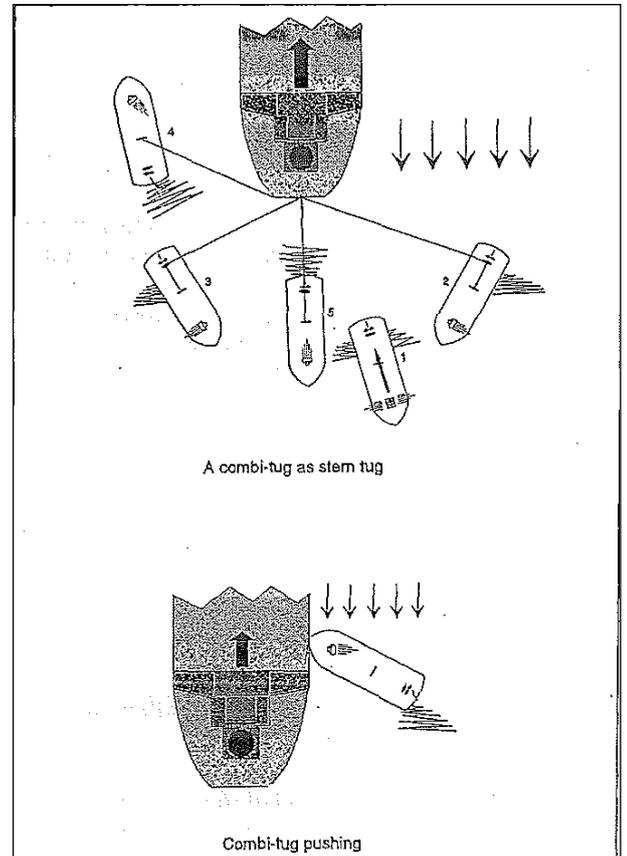


FIGURA 1.4

Deve-se ressaltar também que possuem uma robusta buzina no convés, perto da popa. Esta buzina pode ser aberta de um lado para que o cabo possa ser facilmente posto ou retirado. Com um ponto adicional de reboque a ré no rebocador combinado possibilita que opere similarmente a um rebocador trator.

Outro ponto a ser observado, é o de haver forte corrente e/ou ventos perpendiculares ao casco do rebocador. Quando isto ocorre, é demandada muita força para que haja a compensação dessas forças. Nesse caso, o ideal é que opere como um rebocador convencional e então possa por máquinas full ahead. Quando for necessário, também é possível usar o bow thruster para que possa ser usado como um incremento no bollard pull. Outro ponto a ser ressaltado é que as forças de lift no rebocador causadas pelo fluxo de água acabam aumentando a tensão no cabo. Se necessário, o rebocador mesmo quando a embarcação rebocada possuir segmento a vante

² Bollard Pull ou Força de Tração Estática - é o valor da força de um rebocador que poderá ser efetivamente utilizada no cabo de reboque.

mude a posição para a ré da popa, utilizando o gob rope ou a buzina, além de poder usar o bow thruster e a propulsão principal.

Esta operação torna-se muito mais fácil de ser realizado, por essa espécie de rebocador, mesmo em altas velocidades, que um rebocador convencional, já que o bow thruster é um elemento vital para que isto ocorra.

São notórias as vantagens que um combi-tug possui quando opera como um rebocador de popa com cabo passado. Por esta razão, é muito comum desses tipos de rebocadores darem assistência durante longos caminhos para controle de velocidade e manobrabilidade da embarcação rebocada. Também pode operar no costado dos navios, na operação puxa-empurra (push-pull). Quando opera no costado, um rebocador combinado possui as mesmas desvantagens que um rebocador convencional possui. Pode operar tanto empurrando com a proa quanto com a popa. Quando empurrando com a proa com o navio com certo segmento, o bow thruster pode ser utilizado para manter a proa na posição desejada, evitando que o rebocador fique indo de um bordo pro outro. O bow thruster proporciona ainda um efeito adicional na força transversal de empurre. Já quando empurra com a popa, a eficácia do rebocador é reduzida devido ao restrito fluxo de água direcionado pelo propulsor e se torna muito mais difícil de trazer e manter o rebocador em certos ângulos no costado quando o navio esta com certo segmento, devido à baixa capacidade do bow thruster.

1.2.3 Rebocadores Tratores – Reversos

Estes rebocadores possuem dois propulsores azimutais ou cicloidal na popa e rebocam principalmente com a sua proa, mesmo quando dispõe de gato ou cabeça na popa, possuem um arrasto menor do que os tratores, por não possuírem propulsor na proa nem skeg³. Perdem estabilidade direcional e cerca de 10% da eficiência do propulsor quando navegando de popa, devido ao formado do casco.

Os rebocadores tratores reversos operam com seu ponto de reboque, sempre a proa, virado para o navio assistido, deixando assim os seus propulsores o mais distante do casco. Por esse fato, trabalharem sempre do lado oposto que os Rebocadores Tratores, eles são chamados de Tratores-Reversos. Possuem grande manobrabilidade e podem facilmente girar no eixo e navegar de lado.

1.2.4 ASD (Azimuth Stern Drive)

São rebocadores de propulsão azimutal à ré e, assim como Trator-Reverso, tem boas características de manobra. Atuam principalmente com a proa como extremidade de trabalho. Possuem, entretanto, dois pontos de reboque, localizados a vante e à ré, equipados com guincho de reboque. O ponto de reboque à ré é utilizado em operações com cabo passado.

Fora a propulsão, as qualidades relativas à superestrutura, convés, posição do gato ou guincho assemelha-se a um rebocador convencional. Portanto, a grande diferença dele para o trator reverso é a possibilidade de rebocar com cabo passado na popa do rebocador, assim como um convencional, sendo uma combinação dos dois tipos. Esse rebocador tem uma atuação muito versátil e eficiente, sendo a construção mais comum no Brasil entre os rebocadores azimutais.

CAPÍTULO 2

MÉTODOS DE ASSISTÊNCIA

De uma maneira geral, os rebocadores são necessários nas seguintes situações: reboque, atracação ou desatracação, auxílio no governo ou giro do navio e acompanhamento (Escort).

Para operar em quaisquer destas situações, os rebocadores podem ser utilizados com cabo de reboque da proa ou popa do navio, no costado ou uma combinação entre dois métodos.

2.1 Com cabo de reboque

Neste caso, o cabo de reboque sai da proa ou da popa do navio pela buzina do centro ou alguma outra buzina próxima ao centro diametral do navio. É também conhecido como “Cabo Longo” ou “Método Europeu”. A vantagem desse método é que ele atua nas extremidades gerando o maior braço de alavanca para criar uma tendência transversal na popa ou na proa do navio.

2.1.1 Na proa

Utilização tradicional quando se deseja rebocar um navio sem propulsão, já que a posição permite uma eficiente tração à vante.

Tendo em vista o deslocamento do Centro de Giro do navio para vante, quando este está com seguimento à vante, e, conseqüente, diminuição do braço de alavanca, é limitada a utilização de rebocadores na proa quando deseja-se governar, não sendo aconselhável o uso dessa configuração quando o navio está sem governo e em águas restritas.

Quando atuando com cabo passado na proa do navio, o rebocador não será capaz de atuar quebrando seguimento à vante do navio.

Rebocador trator foi criado basicamente para atuar nesta posição. Tendo os propulsores a vante, consegue se aproximar da proa com muita segurança. Ainda, pela diferença entre a localização das forças de propulsão e de tração, mantém uma excelente capacidade de governo mesmo nas situações mais adversas.

Os rebocadores tratores reversos, quando atuando nessa posição de reboque, navegarão de popa, recebendo o cabo na sua proa, funcionando com características similares às dos tratores.

Já um rebocador ASD, poderá optar por passar o cabo no gato de popa, atuando assim como um rebocador convencional, ou passar o cabo no guincho de popa, atuando então como um trator reverso.

2.1.2 Na popa

Essa configuração propicia uma melhor atuação no governo do navio, sendo, portanto, aconselhável o seu uso para manobrar um navio sem governo. Um dos fatores que contribui para a excelente atuação dos rebocadores nessa posição para o governo é o deslocamento do centro de giro para vante, quando o navio em seguimento a vante, o que implica num maior braço de alavanca.

É uma utilização clássica para os rebocadores azimutais ou cicloidalis com propulsão à ré. Um rebocador trator também poderá atuar nessa posição, navegando de popa, porém. Suas características serão semelhantes às dos rebocadores tratores reversos.

Os rebocadores convencionais com cabo passado na popa terão grande dificuldade de trocar de bordo de atuação, já que para realizar essa mudança, o rebocador navegará, em certo momento, com rumo diametralmente oposto ao do navio, criando grandes riscos para o rebocador.

Existem algumas técnicas empregadas para atuação na popa, por rebocadores não convencionais, que serão detalhadas a seguir.

2.1.2.1 Ação Direta

Forma mais comum para governar o navio ou criar e reduzir uma tendência para um dos bordos. O rebocador irá simplesmente puxar, prolongando o cabo, ou seja, levando sua extremidade livre para a direção em que se quer aplicar a força.

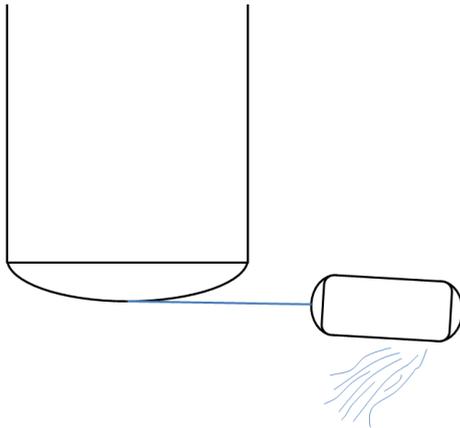


Figura 2.1
Método da Ação Direta

Técnica usada em baixas velocidades, já que à medida que o seguimento do navio aumenta, aumenta a resistência no casco do rebocador, e a eficiência da tração diminui.

2.1.2.2 Ação Indireta

É utilizada nos mesmos casos da ação direta, porém obtém-se maior eficiência quando com o navio com seguimento.

Esta técnica consiste, ao contrário da ação direta, colocar a extremidade de trabalho do rebocador na direção em que se quer a força atuando. O rebocador irá para o bordo desejado com o cabo fazendo aproximadamente 45 graus com a linha de centro do navio, ficando o rebocador com pequeno ângulo com relação ao fluxo de água.

“Testes realizados mostram que, nesta configuração, a força gerada pela pressão da água no casco do rebocador é proporcional à velocidade do navio, chegando a ser maior que duas vezes o bollardpull do rebocador, quando a velocidade se aproxima de 10 nós.”
(FRAGOSO;CAJATY, 2002:34)

A grande tração obtida no sentido transversal nesse método é explicada pelo Princípio de Bernoulli. O fluxo de água através do casco do rebocador cria Forças Hidrodinâmicas, o Lift e o Drag, os quais atuarão em favor da guinada. Conforme figura abaixo.

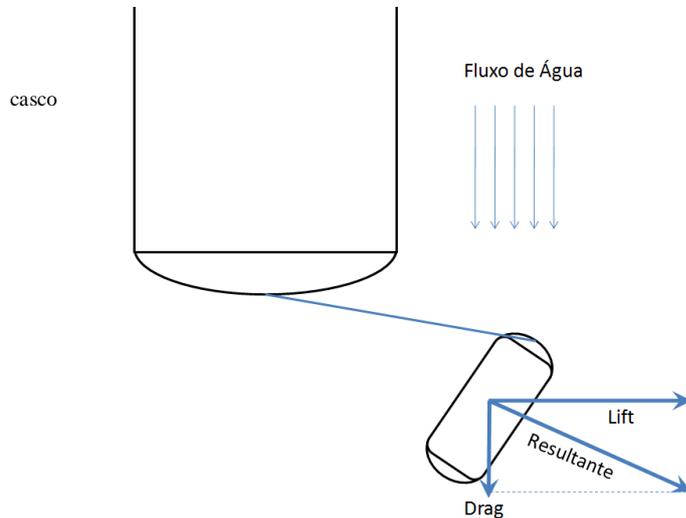


Figura 2.2 Ilustração das Forças Hidrodinâmicas no atuando em favor do Método da Ação Indireta

Abaixo, um gráfico representa a força de tração exercida por esse dois métodos em relação à velocidade do navio.

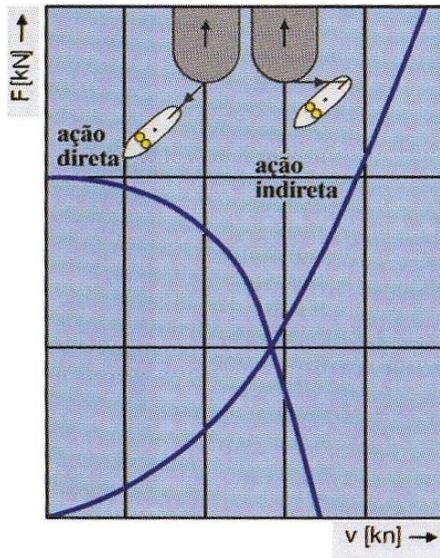


Figura 2.3 Gráfico comparando, em relação a velocidade de atuação, a eficiência da Ação Direta com a Ação Indireta.

2.1.2.3 Arrasto Transverso

É uma manobra utilizada quando se deseja quebrar o seguimento a vante utilizando rebocador azimuthal com cabo passado na popa do navio. É ideal para o uso em velocidades altas (acima de 4 nós) e consiste apenas em direcionar os propulsores transversalmente para fora. Reduzindo-se a velocidade, o arrasto transverso perde sua eficiência, e os propulsores podem ser direcionados para vante como numa manobra tradicional.

Na manobra tradicional, ao tentar quebrar o seguimento em alta velocidade, poderá sobrecarregar a máquina do rebocador. Esse risco não ocorre com o arrasto transverso, além da força gerada no cabo de reboque pode ser maior que o próprio Bollard Pull do Rebocador.

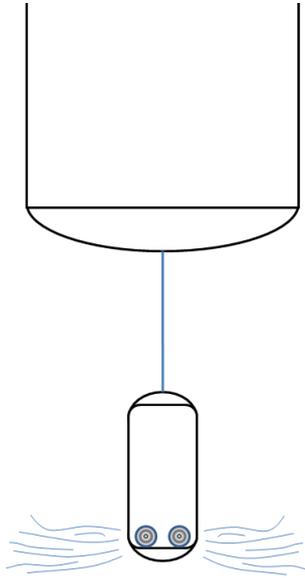


Figura 2.4

Ilustração da manobra de Arrasto Transverso

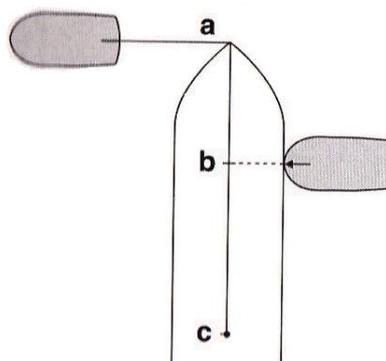
2.2 No costado do navio

Este é o método mais utilizado nos portos dos Estados Unidos, Canadá, Austrália, Malásia e no Brasil. O método nestes portos é similar, mas no que diz respeito ao tipo de rebocador eles diferem. A segurança dos rebocadores usando este método depende principalmente do tipo de rebocador.

Nesse método os rebocadores podem mudar rapidamente sua atuação do “puxa” para o “empurra”, entretanto têm o seu braço de alavanca diminuído devido ao ponto de aplicação da força de reboque não atuar na extremidade do navio.

Figura 2.5 Braço de Alavanca

Quanto mais próximo à extremidade do navio, maior será o braço de alavanca.



“Excelente para levar o navio lateralmente, embora os rebocadores tenham de se afastar da proa/popa, diminuindo o braço de alavanca e, conseqüentemente, a eficácia da aplicação da força. Porém, por poder atuar sem mudar de posição em relação ao navio, bastando inverter suas máquinas, essa diminuição no comprimento do braço de alavanca pode ser compensada pela rapidez na atuação.” (FRAGOSO;CAJATY, 2002:40)

Além do braço de alavanca, outra dificuldade, a qual está diretamente ligada à capacidade ou limitação do rebocador, é manter uma posição transversal ao costado do navio, principalmente com o navio com seguimento ou em região de acentuada corrente, e, em alguns casos, não exercer tração no sentido longitudinal do navio.

Essa dificuldade é preponderante quando utilizando rebocador convencional, principalmente em regiões de corrente acentuada. Porém, mesmo com dificuldade, um rebocador convencional poderá manter a posição transversal com o uso de máquina e leme, quando empurrando. Mas ao parar a máquina, ou ainda inverter para puxar, tenderá a afilar ao navio ficando, portanto, incapacitado de gerar força lateral para guinar, afastar ou aproximar o navio do cais, além da sua máquina a ré ter força reduzida em comparação com a máquina a vante.

Com a utilização de rebocadores azimutais ou cicloidalis, a dificuldade do posicionamento perpendicular ao costado fica superada, da mesma forma que o problema da pouca força para ré dos rebocadores convencionais.

Outra maneira de solucionar o problema do posicionamento do rebocador no costado é pela utilização de mais cabos:

“Rebocadores convencionais geralmente usam dois ou três cabos e em alguns casos somente um cabo é necessário. Pode-se passar um cabo na popa do rebocador e que passa no costado do navio para vante ou para ré onde tem volta o cabo principal, passado da proa do rebocador, conforme o sentido do movimento do navio, este cabo faz com que o rebocador permaneça posicionado perpendicularmente ao costado sem utilização da máquina do leme, o que é necessário caso haja necessidade de puxar. Em outros rebocadores ambos os cabos podem vir de um guincho.” (HENSEN, 2003)

Figura. 2.6 Utilização
de Cabo auxiliar



Em portos americanos, é comum essa utilização de um cabo vindo da popa do rebocador convencional e passado no costado do navio para vante ou para ré da posição do cabo principal, conforme o sentido do movimento do navio. Este cabo tem a função de permitir o posicionamento do rebocador perpendicular ao costado sem a utilização de máquina e leme. Normalmente, este cabo sai de um guincho instalado especialmente para esta finalidade, o que possibilita encurtar o cabo quando a ação perpendicular do rebocador se faz necessária ou solecá-lo quando o navio tem muito seguimento e o rebocador acompanha afilado com o costado.

“Fato muito importante a ser observado é que a eficácia da manobra com rebocadores no costado do navio, caso o navio tenha de girar para algum bordo com seguimento a vante, vai depender do bordo de posicionamento dos mesmos e na situação oposta as condições são desfavoráveis a não ser que o rebocador de vante consiga se posicionar perpendicularmente o que é difícil com velocidade elevada o que dificulta ainda mais sua ação no sentido do giro”.
(FRAGOSO;CAJATY, 2002:41)

Portanto, um rebocador posicionado à vante do navio, operando no costado, só exercerá uma manobra eficiente de giro num navio com seguimento à vante, quando o giro for realizado na direção do bordo de atuação do rebocador, isto é, o rebocador atuar puxando. O rebocador colocado à vante soma a força de tração com sua própria resistência na água, mesmo não estando posicionado perpendicular ao costado. Já o rebocador posicionado à ré, mesmo que convencional, consegue exercer com maior eficiência o giro devido ao deslocamento do centro de giro.

Para o giro na situação oposta, têm-se condições bastante desfavoráveis. Mesmo que o rebocador de vante consiga se posicionar perpendicularmente ao navio, este exercerá força no sentido longitudinal do navio, gerando mais velocidade e dificultando ainda mais sua ação. Além da posição dos rebocadores, pela resistência à água, exercerem uma tendência de giro para o bordo dos rebocadores.

Deve-se ter em mente que quando se deseja aproveitar o máximo do braço de alavanca (e, por conseguinte, da força dos rebocadores), é ideal que eles estejam de cabo passado na proa e popa do navio. A configuração puxa-empurra deve ser usada quando se tem potência de reserva nos rebocadores, principalmente em manobras de giro.

Um aspecto muito importante é o efeito da descarga do propulsor do rebocador no casco do navio quando atuando puxando no costado.



Figura 2.7

CAPÍTULO 3

PROPULSÃO E LEME DE NAVIOS

3.1 Recursos de leme

Os lemes são asas imersas na água, e como asas funcionam exatamente como as dos aviões. Os lemes geram uma força “lift³” quando variam seu ângulo de ataque; em outras palavras, eles geram uma força na popa pra o lado oposto em que se deseja guinar. Por exemplo, quando dá-se leme a bombordo este gera uma força para boreste na popa, que faz com que o navio guine para bombordo. Esta força é função da velocidade do navio, do tamanho do leme e seu ângulo de ataque, e também do coeficiente de “lift”, que depende do formato do leme, porém em velocidades altas com grandes ângulos de ataque a camada limite que faz com que essa força seja gerada descola, “estolando” (perda de lift devido ao descolamento da camada limite) o leme, o que gera a perda de eficiência quase por completo dele e por consequência o navio não guina. Por isso, foram criados tipos especiais de lemes.

3.1.1 Lemes com flaps

Estes lemes consistem em um leme convencional com um prolongamento móvel na parte mais de ré, tornando-o mais eficiente. Quando o leme se move este prolongamento também se move, variando o coeficiente de lift do leme, o que permite que este gere mais força com um mesmo ângulo de ataque, sem que a camada limite descole.

³ Lift ou Força de Sustentação – Força criada transversalmente ao sentido do fluxo de fluido

O principal tipo de leme com flap é o leme Becker, que consiste em um leme com um flap de 20 a 30 % da área total do leme e que varia seu ângulo de ataque de duas a três vezes mais que o ângulo do leme, propriamente dito. Quanto menor for o ângulo de ataque do leme, maior será o ângulo do flap.



Flap do leme

Figura 3.1

3.1.2 Leme Schilling

Este tipo de leme funciona em dois modos, como leme normal com ângulos de leme de 30 a 35°, como qualquer leme, ou no modo Schilling, no qual ele atinge ângulos entre 70 e 75°, neste modo ele funciona como um stern-thruster, criando somente força lateral, sem resultar em nenhum movimento a vante.

Ele ainda é equipado com espécies de asas na extremidade superior e inferior. Estas asas têm a finalidade de impedir a ocorrência de vórtice de ponta de asa no leme, que é a fuga do fluido, no caso à água, pelas pontas do leme, perdendo a eficiência. Em outras palavras é possível dizer que essas asas direcionam o fluxo de água para que este flua apenas ao longo do leme, aumentando assim sua eficácia.



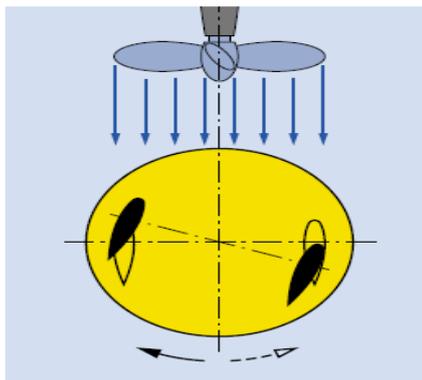
Asas nas extremidades do leme

FIGURA 3.2

3.1.3 Leme cicloidal

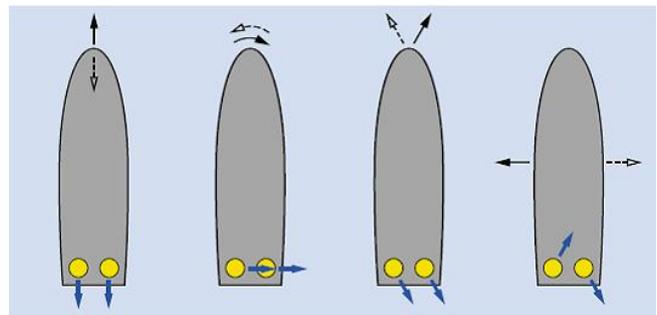
Este é um tipo muito interessante de leme, pois pode ser enquadrado também como uma inovação em propulsão.

O leme cicloidal é composto de uma base giratória com duas portas de leme e trabalha em dois modos. O primeiro modo é o passivo, no qual ele trabalha apenas como um leme duplo, sem grandes inovações, porém, no segundo modo, o ativo, ele trabalha exatamente como o propulsor cicloidal, ou seja, ele gira criando um lift em diferentes direções, funcionando até mesmo como um stern-thruster, como mostrado na figura a seguir.



Modo passivo (atuando apenas como leme)

Figura 3.3

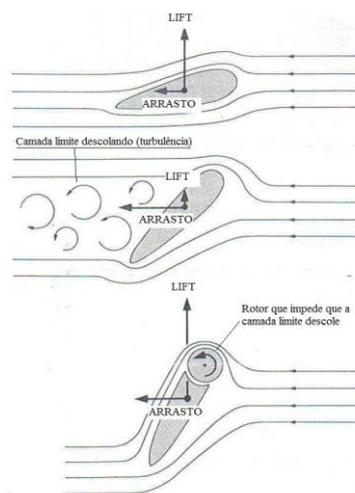


Modo ativo (atuando como stern-thruster)

Figura 3.4

3.1.4 Leme com rotor

Este é um tipo muito interessante de leme, ele possui um rotor no seu bordo de ataque que gira de acordo com a variação do ângulo de ataque do leme. Este rotor força o escoamento da camada limite, permitindo que o leme atinja grandes ângulos de ataque sem “estolar”.



Esquema de funcionamento do leme com rotor

Figura 3.5

3.2 – Recursos de propulsão

Os principais tipos de propulsores especiais são utilizados em rebocadores, como o azimutal e o Voith Schneider Além desses dois principais tipos de propulsores especiais podemos citar os Azipods.

Os Azipods são basicamente propulsores azimutais elétricos, eles possuem um motor elétrico alimentado por um gerador a diesel. Por serem elétricos, possuem grande agilidade e versatilidade, tornando-se muito úteis. São muito empregados em navios de passageiros, que precisam de um bom poder de manobra por serem normalmente de grande tamanho e também por atracarem em portos que muitas vezes não possuem nem serviço de praticagem, porém já podem ser encontrados em alguns modernos containeros.



Azipods

Figura 3.6

Ainda dentro do assunto de recursos especiais de propulsão podemos citar o Wing Nozzle, que é como um tubulão Kort, porém menor. Os tubulões Kort são usados principalmente em rebocadores, pois aumentam o “bollard pull” do rebocador, apesar de diminuir no desenvolvimento de velocidade, devido ao grande acréscimo de arrasto. O Wing Nozzle foi desenvolvido para equipar navios, ele aumenta a potência do propulsor e seu acréscimo no arrasto da embarcação é pequeno, devido ao seu tamanho compacto.



Wing Nozzle

Figura 3.7

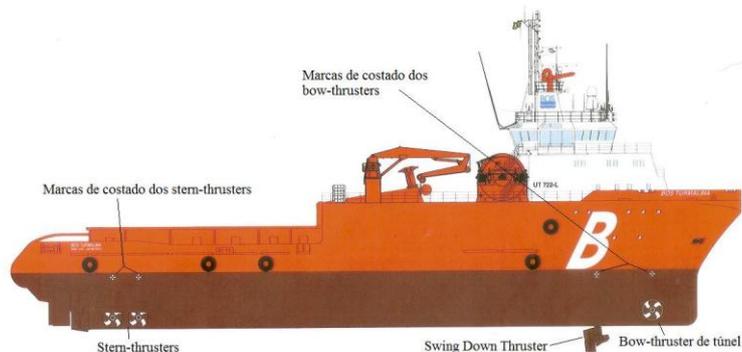
3.2.1 Propulsores transversais

Estes propulsores são os “thrusters”, que consistem em túneis cortando a quilha da embarcação com um propulsor, que normalmente tem passo constante, fixo no seu interior que

tem a finalidade de realizar uma força “thrust” transversal no navio, como um rebocador trabalhando no puxa/empurra.

Atualmente os thrusters são encontrados em todo o mundo em operações que necessitam de navios com manobras precisas, normalmente em navios contêineres, de passageiros e RO-RO, além de serem peça fundamental no sistema de posicionamento dinâmico, muito usado em embarcações de apoio offshore e navios aliviadores. Os navios que possuem esse tipo de equipamento possuem uma marca no costado na altura do propulsor transversal, porém nas obras mortas, indicando a existência dele.

Os principais tipos de propulsores transversais são os bow-thrusters de túnel, os bow-thrusters azimutais (Swing Down Thrusters) e os stern-thrusters.



Propulsor lateral e suas marcas no costado

Figura 3.8

Os propulsores laterais são muito úteis em manobras de aproximação e afastamento do cais, e também em manobras de giro. Eles têm uma grande vantagem que é a disponibilidade imediata, pois dependem exclusivamente do próprio navio, o que permite que o navio possa atracar em portos que não dispõem de auxílio de rebocadores, navios de passageiros e de pesquisa atracam sozinhos, usando seus propulsores laterais. Em portos que dispõem de rebocadores muitas vezes é possível economizar dinheiro, podendo ser dispensado um dos rebocadores, ou até mesmo todos.

O bow-thruster ainda fornece um controle permanente da proa, que pode ser muito útil em canais, quando em baixa velocidade, além desse controle não alterar a velocidade do navio, como acontece quando se usa rebocadores de cabo passado guinando o navio.

Os propulsores transversais também apresentam desvantagens. Um bom exemplo disso é que eles não são eficientes quando são usados em velocidades acima de 5 nós ou em situações de corrente forte pela proa. Com o navio parado são de grande uso e muito eficientes.

Apesar dos propulsores transversais trabalharem bem em manobras de giro e de aproximação e afastamento do cais, eles não têm eficácia nenhuma quando for necessário diminuir a velocidade do navio ou segurá-lo contra uma corrente de proa ou popa, ou então para guinar o navio quando com segmento, como dito anteriormente.

Um rebocador moderno certamente será mais potente que um bow-thruster, esses propulsores necessitam de constante manutenção para garantir sua confiabilidade e estão sujeitos a defeitos inesperados, além de que em muitos portos o uso de propulsores laterais é restrito devido aos cais de construções antigas, que podem ser danificadas pela descarga do propulsor direto sobre esta construção.

Vale ressaltar que os bow-thruster perdem eficiência de acordo com a profundidade em que se encontram. Em um navio de calado pequeno, ou com um grande trim pela popa o bow-thruster pode tornar-se praticamente inútil.

CAPÍTULO 4

O PRÁTICO

O Prático é o profissional aquaviário não-tripulante que presta serviço de Praticagem embarcado. Habilitado pela Marinha do Brasil, ele possui o conhecimento das águas em que atua, com especial habilidade na condução de embarcações, devendo estar perfeitamente atualizado com dados sobre profundidade e geografia do local, o clima e as informações do tráfego de embarcações, informações com as quais o Comandante do navio pode não estar familiarizado.

O seu papel é auxiliar o Comandante do navio durante a passagem para entrada e saída de um determinado porto, proporcionando o conhecimento local das questões de navegação e operacional combinado com a experiência especialista em tratamento de navio.

Seu objetivo é garantir a segurança da navegação em zonas de alto risco de acidentes ou ecologicamente sensíveis e que sofrem a influência de uma ampla gama de condições locais, em permanente mutação tais como: ventos, correntes, variações de marés e assoreamentos.

4.1 Deveres do prático e do Comandante da embarcação

De acordo com o Decreto nº 93.475, de 24 de outubro de 1986, que aprova o Regulamento Geral dos Serviços de Praticagem, deixa estipulado em seu Capítulo VII, Art. 30 que ao Prático, no desempenho das suas funções, compete:

- a) atender com presteza e acerto às exigências das atividades profissionais;
- b) manter-se apto a praticar todos os tipos de embarcações em toda a extensão da Zona de Praticagem;
- c) transmitir, responder e acusar sinais, com segurança, a outras embarcações que demandarem ou saírem do porto, quando necessário;

d) observar e fazer observar com frequência as profundidades e correntezas dos rios, canais, barras e portos, principalmente depois de fortes ventos, grandes marés e chuvas prolongadas;

e) comunicar as observações da alínea anterior, assim como qualquer informação que interesse à navegação, à Capitania dos Portos;

f) comunicar ao Capitão dos Portos as alterações no balizamento, bem como qualquer irregularidade observada;

g) procurar conhecer as particularidades de governo e condições das embarcações, a fim de prestar com segurança os Serviços de Praticagem;

h) manter-se atualizado quanto às alterações de faróis, balizamentos etc., ocorridas na Zona de Praticagem;

i) alertar o Capitão dos Portos e o comandante da embarcação, quando as condições de tempo e mar não permitirem a praticagem com segurança;

j) cooperar nos trabalhos de socorro marítimo, patrulha costeira ou fluvial e levantamentos hidrográficos na sua Zona de Praticagem, quando determinado pelo Capitão dos Portos;

l) manter atualizado o seu endereço na Capitania dos Portos;

m) integrar a banca examinadora destinada a realizar exame para Prático ou Praticante de Prático, quando designado pelo Capitão dos Portos;

n) executar as atividades do Serviço de Praticagem, mesmo quando em divergência com a empresa de navegação, no que se refere à remuneração, comunicando o fato ao Capitão dos Portos para providências cabíveis;

o) cumprir rodízio de trabalho aprovado pelo Capitão dos Portos; e

p) cumprir as normas baixadas pela Capitania dos Portos.

Inexiste qualquer relação de subordinação entre comandante e prático e vice-versa.

O comandante poderá dispensar a assessoria do práctico, quando convencido de que este esteja orientando a manobra de forma perigosa, solicitando, imediatamente, um substituto, e comunicar ao representante da autoridade marítima, formalmente, no prazo máximo de 24 horas após a ocorrência do fato, tecnicamente, as razões que o levaram a essa decisão.

Ao Comandante da embarcação, quando utilizar o serviço de praticagem, compete:

- a) informar o Prático sobre as condições de manobra do navio;
- b) fornecer ao Prático todos os elementos materiais e informações necessárias para o desempenho de seu serviço;
- c) fiscalizar a execução dos Serviços de Praticagem, notificando à Capitania dos Portos qualquer anormalidade;
- d) retirar do Prático a direção da manobra, quando convencido que o mesmo a faz de forma errada ou perigosa, dando ciência do fato, por escrito, ao Capitão dos Portos, solicitando substituto, caso necessário; e
- e) alojar o Prático, no seu navio, com regalias idênticas às dos oficiais de bordo.

4.2 Responsabilidade civil do práctico no Brasil

A função do Prático a bordo, como já foi citada, é assessorar o comandante do navio em uma área onde possui o domínio. Desta maneira, a lei atribui ao comandante responsabilidade não só pela segurança da embarcação, mas também sobre o serviço prestado pelo práctico. O comandante pode e deve dispensar a assessoria do práctico quando for possível a ele perceber que essa assessoria compromete a segurança do navio.

Entretanto, havendo peculiaridades locais que não estão ao alcance dos conhecimentos do comandante, mesmo com toda a sua capacidade e experiências profissionais durante a entrada do navio no porto, o práctico informa o calado operacional do local de atracação, o comandante confia nesta informação e autoriza a manobra de seu navio. Se o navio vier a encalhar, certamente o práctico deverá ser responsabilizado pelo seu erro.

Deve-se atentar caso o erro do Prático seja genérico de navegação ou manobra, conseqüentemente perceptível ao Comandante, pois este deve corrigi-lo a tempo para evitar o sinistro, sob pena de assumir individualmente a responsabilidade pelo possível dano.

Além disso, o Prático tem o direito de recusar um serviço de Praticagem quando julgar que tal navio constitui um perigo a segurança da navegação ou ao meio-ambiente. Tal recusa, juntamente com a sua razão deve ser encaminhada para a autoridade competente para que uma ação apropriada seja tomada.

Assim, conclui-se que o limite para a responsabilidade civil do prático passa por ação de regresso a ser proposta pelo armador, quando, e somente quando ficar estabelecido que a causa determinante do dano originou-se de erro específico do prático. Destacando também, que a hipótese de uma total responsabilidade do Prático elevaria os custos portuários do Brasil a níveis indesejáveis, por outros motivos, à medida que forçaria os Práticos e suas sociedades a buscarem coberturas adicionais numa superposição de seguros.

4.3 Solicitação do serviço de Praticagem

A entidade responsável deve sempre manter em operação uma Estação de Praticagem com toda infra-estrutura necessária de apoio aos serviços de Praticagem composta por uma ATALAIA (estrutura operacional e administrativa destinada a controlar e apoiar o atendimento do prático à embarcação) para comunicação e coordenação de tráfego operando na faixa VHF, além de embarcações classificadas para o serviço de praticagem e embarcações para o serviço de transporte de cabos.

A mensagem inicial de solicitação à entidade prestadora de serviço de Praticagem deverá conter os seguintes itens:

- Nome do navio, seu prefixo e agente;
- Características importantes da Embarcação como: comprimento, boca, calado e o que mais se julgar relevante.
- Data e hora estimada de chegada (ETA) ao ponto de espera do prático
- Destino com local de atracação e bordo
- E qualquer outra informação que se fizer necessária

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento dessa monografia foram descritos as principais classificações de Rebocadores Portuários e os Métodos de Assistência nos quais podem atuar os rebocadores. Além de exemplificar algumas novas tecnologias que vêm sendo empregadas nos navios a fim de facilitar a manobra e trazer segurança à navegação. Dos Rebocadores Portuários ainda, vimos o desempenho de cada um e entendemos como as forças de propulsão podem ser empregadas.

Vimos ainda, separadamente, como cada tipo de Rebocador irá atuar nos Métodos de Assistência, mostrando a especificidade do comportamento de cada um. Percebeu-se então que a manobrabilidade do Rebocador é um fator que influenciava a sua atuação, mas não de forma decisiva para adequar-se da melhor forma a todos os métodos.

Espera-se que este trabalho tenha exposto, ao longo dos capítulos, informações de grande importância sobre os diferentes tipos de rebocadores, recursos especiais e inovações em propulsão e leme de navios, ou até mesmo práticos que só tem a somar na segurança dos navios durante as manobras.

É válido dizer que cabe aos Comandantes e Práticos saberem usar estes tipos de propulsores e rebocadores, saber a hora certa de usar cada um e o modo com o qual devem ser operados. Estes profissionais devem saber operar seus navios com os recursos disponíveis e saberem utilizar os rebocadores disponíveis em cada porto, para que a manobra seja feita com segurança.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CRENSHAW, Russel Sydnor. **Naval Shiphandling**. 4 ed., Annapolis: United States Naval Institute, 1975.
2. FRAGOSO, Otávio A.; CAJATY, Marcelo. **Rebocadores Portuários**. Rio de Janeiro: CONAPRA, 2002.
3. HENSEN, Capt. Henk. **Tug use in Port, a Pratical Guide**. 2 ed., Rotterdam: The Nautical Institute, 2003.
4. INTERNATIONAL CHAMBER OF SHIPPING. **Bridge Procedures Guide**. 4. ed. Londres, 2007.
5. MacELREVEY, Daniel H.; MacELREVEY, Daniel E. **Shiphandling for the Mariner**. 4 ed., Centreville: Cornell Maritime Press, 2004.
6. MARTINS, Eliane Maria Octaviano. **Curso de Direito Marítimo**. 3ª Edição. Barueri, SP: Manole, 2008.
7. www.blogmercante.com
8. www.naval.com.br
9. www.oceanexplorer.noaa.gov
10. www.oceanica.ufrj.br
11. www.portalnaval.com.br
12. www.uscg.mil