

## **INTRODUÇÃO**

É visível a importância de uso de rebocadores em diferentes tipos de manobras, a área off shore é a que mais cresce no Brasil e no mundo, e com ela traz a exigência de bons profissionais no mercado de trabalho para se obter manobras precisas e seguras com diferentes tipos de rebocador e usando de suas características mais sutis.

Esta monografia tem por finalidade mostrar que tipo de rebocador e como deve utilizá-lo de acordo com as situações existentes para se obter a maior eficácia.

No decorrer da leitura da monografia, o leitor poderá também adquirir informações sobre limitações e desempenho do rebocador para uma boa manobra.

# CAPÍTULO I

## Tipos de Rebocadores

### 1.1- REBOCADORES COM PROPULSÃO CONVENCIONAL

São os rebocadores mais antigos ainda em atividade, podem possuir um ou mais hélices, sempre fixos. Tem uma capacidade de manobra limitada e requer atenção constante nas situações que possam comprometer sua estabilidade. Entre outras características destes rebocadores, destaca-se o fato de a força de tração a ré ser, geralmente, bastante inferior a força de tração a vante. (FRAGOSO; CAJATY, 2002)

#### 1.1.2- DE UM HÉLICE

*“Rebocadores mais simples, com apenas um eixo e um leme. Os de menor potência são bastante utilizados nos portos brasileiros nas operações de apoio portuário, como reboque de chatas, barcaças, etc. Atuam bem nas operações de reboque com cabo na proa em locais com pouca corrente e quando é possível pegar o cabo da proa com o navio em baixa velocidade. Corre riscos ao se aproximar da proa do navio com muito seguimento a vante ou muita corrente e tem dificuldades em atuar com cabo na popa, quando é necessário mudar de bordo.”* (FRAGOSO; CAJATY, 2002:14).

#### 1.1.3- DE DOIS OU MAIS HÉLICES

A diferença principal está na possibilidade de, usando rotações diferentes nos dois eixos, criar um binário de forças na popa do rebocador que irá se somar a ação do leme para governar. Assim, a existência de um segundo propulsor aumenta consideravelmente a manobrabilidade e a segurança do rebocador, permitindo não apenas uma maior facilidade nas aproximações na proa ou popa do navio para pegar o cabo de reboque, como no acompanhamento, com cabo passado na proa, e nas mudanças de um bordo para outro ( com cabo da proa do navio ) auxiliar o governo. (HENSEN, 2003).

Há mais facilidade de se manter perpendicular ao costado, mesmo que o navio tenha um pequeno seguimento ou com a existência de corrente de pequena intensidade.

Requer mais potência já que é gasta para se manter posicionado perpendicularmente ao costado do navio.

Rebocadores com três propulsores são encontrados em alguns portos brasileiros, atuando com bons resultados. São geralmente ocupados com tubulões móveis que atuam de forma solidária.

Segundo Frago e Cajaty (2002:16).

*“... pode ocorrer dos três propulsores produzirem a mesma força de tração onde o propulsor central concentrar a maior parte da potencia. Desta ultima forma os propulsores laterais facilitam o governo e o posicionamento do rebocador, permitindo que a maior parte da força de tração, a produzida pelo propulsor central, seja aplicada no sentido exigido na manobra. Nos demais aspectos, os rebocadores de três ou mais hélices comportam-se como os de dois hélices”.*

#### 1.1.4- TUBULÃO-KORT

Desenvolvidos na década de 30 pelo alemão *Ludwig Kort*, foram amplamente difundidos pela *Kort Propulsion Company*, da Inglaterra, a partir de 1935, quando instalados no primeiro rebocador. São tubos fixos que envolvem o hélice, possibilitando o fluxo de descarga e dando um ganho na tração a vante de até 30%, porém reduz sua capacidade de governo, fazendo com que se usem lemes mais eficientes para compensar essa perda. Alguns rebocadores adotam um sistema de leme *towmaster* em conjunto com o tubulão-Kort. Esse sistema, que consiste no grupo de lemes instalados a ante e a ré do tubulão, permite uma melhoria no governo e um ganho na potencia a ré. No Brasil há um número de rebocadores equipados com tubulões-Kort, tendo sido encontrado pelo menos um que os utiliza em conjunto com leme de flanco. (HERMAN, 2007)<sup>1</sup>.

O tubulão-Kort móvel, por ser mais caro, não é muito encontrado em portos brasileiros. Trata-se de um tubulão que envolve o hélice, com mobilidade controlada pelo aparelho de governo, isto é, o tubulão funciona como propulsor e leme, direcionando o fluxo de descarga do hélice na direção desejada e aumentando a força de tração e a manobrabilidade do rebocador.

---

Informações retiradas da aula do Professor Herman sobre propulsores na disciplina de Hidrodinâmica em 2007.

Há alguns anos, era mais fácil encontrá-los instalados em rebocadores de um único eixo. Atualmente, entretanto, rebocadores de até três eixos equipados com tubulão-Kort móvel vêm sendo construído no Brasil.

A instalação de *bow-thrusters* em rebocadores convencionais antigos de grande potência vêm alterando significativamente a capacidade de manobra permitindo assim a utilização desses rebocadores em manobras de navios de grande porte. Rebocadores com esta última configuração são conhecidos como de propulsão mista ou combinada e em diversos casos têm apresentado excelentes resultados.

## 1.2- REBOCADORES COM PROPULSÃO AZIMUTAL OU CICLOIDAL

O Princípio é a substituição do hélice com eixo fixo, que produz uma força sempre na direção longitudinal, por um propulsor que pode mudar o sentido de sua corrente de descarga dirigindo sua força para qualquer ponto do azimute da embarcação.

A interação entre propulsão e direção é tão boa que é comum observar embarcações navegando de popa ou mesmo de lado.

*“Suas principais qualidades, quando comparados com os de propulsão convencional, são a forma segura com que podem controlar a aproximação com proa ou a popa do navio em velocidade, evitando os riscos de interação e a possibilidade de atuar para a vante ou para ré, mantendo, praticamente, a mesma força de tração, o que torna a utilização com volta no costado do navio (método puxa-empurra) muito mais eficaz que a mesma operação com rebocadores convencionais. Por estas características foram desenvolvidos e são preferidos nas manobras de navios.” (FRAGOSO;CAJATY, 2002:14)*

Existe uma denominação para cada tipo de rebocador cicloidal ou azimutal e isto depende do tipo de propulsão, nome do fabricante, utilização, etc. O nome trator é empregado para qualquer tipo de rebocador com sistema de propulsão não convencional, seja o propulsor instalado a vante ou a ré, especialmente os de propulsão cicloidal. Da mesma forma é freqüente chamar-se, nos portos brasileiros, um rebocador azimutal de *SCHOTEL*, devido ser esta a marca de propulsor azimutal mais encontrada no país. O termo *Z-PELLER*, abreviatura de *azimuth propeller*, é associado, em vários portos do mundo, a rebocador azimutal, com

propulsão a ré, por ser este modelo o mais comum no Japão e em Honk Kong, por exemplo, locais onde o nome se tornou popular.

Os rebocadores azimutais ou cicloidais podem ser separados em dois grupos e classificados quanto ao posicionamento do propulsor e tipo de propulsão.<sup>2</sup>

- 1) Rebocadores de propulsão a vante (tratores)
- 2) Rebocadores de propulsão a ré (tratores reversos ou ASDs)
- 3) Cicloidal (Voith Shneider)
- 4) Azimutal

#### 1.2.1.- REBOCADORES COM PROPULSÃO A VANTE ( TRATORES )

Possuem ponto de aplicação da força de tração na popa e tem excelente atuação no trabalho com cabo na proa do navio. Podem ser cicloidais ou azimutais e possuem comportamento em manobra semelhante nos dois casos.

Em geral podem navegar tanto para ré como para vante da mesma forma, escolhendo o sentido da movimentação de acordo com a posição onde vão operar já que o cabo deve ser passado a ré do rebocador. (FRAGOSO; CAJATY, 2002)

##### 1.2.1.1- CICLOIDAIIS OU VOITH SCHNEIDER

Este sistema é composto de dois conjuntos de lâminas verticais móveis fixados em discos paralelos ao fundo do rebocador, geralmente a vante do rebocador girando em velocidades constantes, tendo sua força controlado através da variação do ângulo das duas lâminas. Segundo *Fragoso e Cajaty, (2002:22)* “É necessário um skeg de grandes proporções localizado a ré, na altura do ponto de tração, ... o que é importante, especialmente, nas operações com cabo de proa ou popa do navio”.

A velocidade de alteração de sua intensidade e a capacidade de atuar para vante e ré são suas principais características. O controle é feito pelo mestre que utiliza um volante que define o movimento e a força e duas alavancas uma em cada propulsor que atuam juntas,

---

<sup>2</sup> Usou-se as denominações mais citadas em literaturas e usadas em portos brasileiros.

sendo o resultado obtido através da mudança dos ângulos das pás obtendo assim uma resposta rápida ao comando do passadiço. (FRAGOSO; CAJATY, 2002).

As desvantagens são o grande calado, o formato do fundo do casco que dificulta a operação em mar aberto ou em altas velocidades, pois esse formato prejudica a hidrodinâmica.

#### 1.2.1.2- PROPULSORES AZIMUTAIS

Os rebocadores azimutais são rebocadores com dois propulsores, geralmente envolvidos por tubulões e com capacidade de girar 360°, instalados a vante. O calado é menor nos rebocadores azimutais o que facilita a atuação em áreas de pouca profundidade e atua melhor que o VS em alta velocidade devido a menor resistência das obras vivas. Os rebocadores azimutais são úteis tanto para operações no costado do navio quanto para operações de reboque por caos.

Os propulsores podem ser controlados por um único dispositivo para cada um deles separadamente e a direção é controlada juntamente por um joystick. Rebocadores com controle de joystick podem também controlar cada propulsor separadamente, mas em alguns rebocadores isso se torna difícil devido ao grande número de manobras na operação. (HENSEN, 2003)

#### 1.2.2- REBOCADORES COM PROPULSÃO A RÉ

Os rebocadores em questão podem ser comparados aos tratores quanto a sua manobrabilidade e governo, eles podem se movimentar em qualquer direção e produzir força de tração para ré quase igual à produzida para vante.

Suas vantagens estão no posicionamento dos propulsores que se localizam a ré, neste caso havendo um encalhe ou uma colisão eles não seriam atingidos, sua forma hidrodinâmica permite um melhor desempenho em mar aberto ou em portos não protegidos. Outra vantagem é o custo de manutenção já que não precisam docar para fazer reparos nos propulsores.

Podem atuar com cabo passado na proa e na popa ou no costado do navio. São encontrados em atividades duas configurações diferentes para este tipo de rebocador, os tratores reversos e o ASD.

#### 1.2.2.1- TRATORES REVERSOS AZIMUTAIS

São equipados com dois propulsores, afastados igualmente do eixo diametral, com a localização a ré e atuam sempre com a proa como extremidade de trabalho, sendo com operações no costado do navio ou com cabo passado na proa ou popa. Possuem guincho na proa para facilitar passagem de cabo e administrar o comprimento em função da manobra. Segundo Fragoso e Cajaty. (2002:26) “*A superestrutura é geralmente disposta de forma que não sobra muito espaço de convés para ré, o que dificulta ainda mais sua utilização no reboque costeiro ou offshore*”.

#### 1.2.2.2- TRATORES REVERSOS COM PROPULSÃO CICLOIDAL

Este modelo concebido pela Voith Schneider é equipado com propulsores cicloidais, mas com posição um pouco mais para vante do que a dos tratores com propulsão azimutais, suas características no entanto são iguais ao do anterior e sua criação pretendeu dar um rebocador com características ideais para o acompanhamento com cabo passado na popa do navio. (FRAGOSO; CAJATY, 2002).

#### 1.2.2.3- AZIMUTAIS TIPO ASD

São rebocadores que tem certas vantagens em relação aos tratores reversos pois são construídos de forma que possam operar como um trator reverso e como um rebocador convencional, combinando as vantagens operacionais de ambos.

Este tipo de rebocador ainda vem se desenvolvendo devido ao grande número de incrementos que recebe o que aumenta ainda mais sua capacidade de manobra e diversas utilizações.

### 1.3 - REBOCADOR ROTOR

Desenvolvido em 1996, o rebocador rotor começou a operar na Holanda em 1999, ele é equipado com três propulsores azimutais, dois a vante e um a ré no lugar do skeg. A diferença é que com este terceiro propulsor a manobrabilidade aumenta podendo permitir uma navegação lateral de até seis nós.

No ano de 2000 o rotor R/T Magic foi eleito a embarcação do ano na Holanda. (FRAGOSO; CAJATY, 2002)

### 1.4- BOW THRUSTER

Rebocadores portuários convencionais são algumas vezes equipados com um túnel bow thruster. A eficiência de um túnel thruster não é alta quando o rebocador está com máquinas a vante. Com apenas dois nós a eficiência de um bow thruster é reduzida de 50%. Rebocador de mar aberto portuário operando na área do porto tanto quanto para o trabalho de apoio marítimo frequentemente tem o bow thruster, do qual permite manter posição melhor perto de plataformas de petróleo.

Rebocadores convencionais podem ser equipados com um bow thruster retrátil. Esses bow thrusters são muito mais eficientes e podem operar em muitas direções. Rebocadores com esse tipo de bow thruster são chamados rebocadores combinados.

É claro que nenhum porto é igual no que se refere a requisitos de rebocadores. Os portos diferem em formatos, tipos de navios que o frequentam, as condições da natureza (ambientais) e conseqüentemente os tipos e rebocadores e seus métodos de assistência. Quando um novo rebocador é necessário uma simples pergunta sobre qual tipo de rebocador será utilizado ou qual método é o mais apropriado para aquele porto não é uma resposta fácil e rápida de ser dada, pois requer uma análise das vantagens e desvantagens do que melhor se enquadra naquele determinado porto, sempre observando velocidade, calado, clima, porto do navio para se obter um melhor resultado na operação, é assim que modernos portos e companhias de rebocadores trabalham hoje.



## CAPÍTULO II

### Utilização

As diferentes formas dos navios serem manobrados por rebocadores em diversos portos pelo mundo podem ser divididos em dois métodos, que são os mais utilizados, por cabos de reboque e operação no costado do navio, esses dois métodos podem ser combinados dependendo do local e situação.

#### 2.1- PELO COSTADO DURANTE APROXIMAÇÃO DO PORTO, EMPURRANDO E PUXANDO ENQUANTO ATRACA.

Este é o método mais usado 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.

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, 2002)

Segundo Fragoso e Cajaty (2002:41)

*“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”.*

## 2.2- REBOCADORES EM OPERAÇÕES COM CABOS NOS PORTOS E DURANTE ATRACAÇÃO

Este é o método mais utilizado na Europa principalmente quando rebocadores convencionais estão dando suporte a navios, mas outros tipos de rebocadores também são usados neste método. O método também é utilizado em muitos portos pelo mundo especificamente naqueles em que se utilizam rebocadores convencionais. Em muitos desses portos os navios são rebocados perto de pontes, ou águas estreitas e até em rios onde a navegação é perigosa, nestas situações o rebocador frontal possui dois cabos de reboque chamados de cross line ou gate lines que vem de um guincho localizado na proa do rebocador, como é o caso de alguns rebocadores tratores reversos. O rebocador pode então reagir rapidamente e uma simples manobra pode ser feita em um curto espaço. Há dois posicionamentos para atuações de reboque, na proa e na popa do navio.

### 2.2.1- NA PROA DO NAVIO

Usada para rebocar um navio sem propulsão, porém tem efeito limitado com navio sem seguimento e em águas restritas. Segundo Fragoso e Cajaty (2002:34). *“Um navio com seguimento para vante tem seu centro de giro deslocado em direção a proa. Com isso, há uma redução drástica do braço de alavanca, o que limita o resultado, quando se quer governar utilizando o rebocador da proa.”*

### 2.2.2- NA POPA DO NAVIO

É o melhor ponto de aplicação da força quando se quer manobrar um navio com problemas de governo, pois devido ao deslocamento do centro de giro na direção da proa, quando o navio tem seguimento a vante, e conseqüentemente aumento do braço de alavanca na direção da popa, o rebocador com cabo de popa terá mais facilidade para mudar a direção do navio.

## **CAPÍTULO III**

### **Requisitos Importantes para um Bom Desempenho do Rebocador**

#### **3.1- TEMPO DE RESPOSTA**

Rebocadores portuários devem ter um curto tempo de resposta e sua manobrabilidade deve ser tal que o rebocador possa reagir em um curto espaço de tempo. Portanto é importante que o comprimento seja considerado para aumentar a manobrabilidade de rebocadores portuários e encurtar seu tempo de resposta.

#### **3.2- EFETIVIDADE E OPERAÇÕES DE SEGURANÇA**

Não se trata de manobrabilidade, mas também a potência de tração e formato das obras vivas que fazem uma eficiência do rebocador e, portanto adequado para o trabalho. Por exemplo, grandes navios conteneiros com contêineres empilhados com seis alturas no convés precisam de potentes rebocadores no caso de vento forte. Quando um navio com velocidade de eficiência do rebocador devido a velocidade do navio e direção de reboque deve ser tão curta quanto possível. A eficiência e segurança de um rebocador é também relacionado aos fatores tais como a estabilidade do rebocador e equipamentos de reboque adequado.

#### **3.3- ESPAÇO PARA MANOBRABILIDADE**

A necessidade de assistências de rebocadores por falta de espaço para a manobra, deve, dependendo da situação, ser tão pequena quanto possível. Esse pode ser alcançada por uma boa manobrabilidade do rebocador, limitando suas dimensões e com equipamentos de reboque adequado.

#### **3.4- ESTAÇÃO DE MANOBRA**

Quando rebocando um navio, um comandante deve ser capaz, em apenas uma olhada de sua estação de manobra ver as informações necessárias disponíveis. A informação essencial do lado de fora vem de:

- Os cabos de rebocadores, sua direção e tensão.
- O navio sendo rebocado: distancia relativa de marcação e velocidade e o modo como o navio rebocado reage a força de reboque. Quando rebocado, a informação essencial também vem das áreas de contato entre rebocador e navio.
- A combinação da direção de movimentos navio/rebocador considerando o canal de comunicação ou os limites de navegação do canal, tráfego e portos próximos de atracação e bancos de areia.

Dependendo do tipo de rebocador e o método de reboque em uso, essa informação essencial pode vir totalmente diferente ou até mesmo em direções opostas. Elas podem mudar durante a operação, ou em qualquer caso do método usado. Se a estação de manobra é bem planejada, o comandante terá uma visão desobstruída da direção da área de operação, até mesmo sentado, do guincho, da proa, do convés em operação, das defensas e do navio a ser rebocado.

Alguns rebocadores portuários têm três painéis de manobra localizados na frente e um atrás. Cuidado deve ser tomado para que confiável mudança entre painéis de manobra ocorra sem risco de falhas ou erros.

Na estação de manobra o comandante deve ter uma boa visão dos instrumentos, incluído o radar. Comunicação e rápido sistema de liberação, do qual ser discutido mais tarde deve estar dentro do alcance da mão painéis de manobra. Guincho de reboque controlado da casa do leme é também recomendado para rebocadores portuários. O comprimento do cabo do rebocador deve sempre ser ajustado quando requisitado sem necessidade de chamar um homem para o guincho do reboque. O número de membros da tripulação em modernos rebocadores portuários é muito limitado hoje em dia.

### 3.5- DEFENSAS

Rebocadores devem ser equipados com boas defensas. Defensas apropriadas protegem o navio assistido e o rebocador e diminui a tendência de bater de lado no casco do navio quando o rebocador está rebocando em um ângulo do navio rebocado. Defensas são construídas de borracha ou borracha sintética. Além dos requisitos mecânicos de carregamento contra a deflexão e absorção de energia, da qual é dado em curvas, métodos de

fixação e limites estruturais, deve ser considerado o material usado nas defensas. O material usado deve ter boa resistência para águas poluídas, ozônio, radiação UV e altas e baixas temperaturas.

## **CAPÍTULO IV**

### **Segurança do Rebocador**

É importante frisar a questão de segurança do rebocador em qualquer trabalho sobre o assunto, porque quanto mais se sabe sobre o risco, melhor se pode antecipá-los.

O principal risco de um rebocador atuando numa manobra é quanto à estabilidade, especialmente nos rebocadores convencionais com cabo passado no gato. É importante saber, de início que o gato do rebocador costuma não abrir quando está sob tensão muito forte, mesmo sendo dotado de dispositivo de disparo de emergência.

Um rebocador convencional de cabo passado na proa de um navio com seguimento, ou sob corrente acentuada, especialmente quando o navio está girando, deve tomar cuidado para não puxar muito no través, sob o risco de ser ultrapassado pelo navio, passando para uma posição de espringue, o que pode resultar no emborcamento. Nesse momento a única atitude que o prático pode tomar é tentar quebrar o seguimento do navio, enquanto o mestre do rebocador tenta abrir o gato para largar o cabo. (FRAGOSO; CAJATY, 2002)

Com cabo passado na popa ocorre o mesmo risco e mais uma vez o prático deve tentar quebrar o seguimento do navio ou se possível, criar um seguimento a ré.

Como forma de reduzir o risco é freqüente, a utilização de dispositivos para alterar a posição do ponto de aplicação da força de tração ao longo do eixo diametral do rebocador. O mais utilizado é o gob rope localizado mais a ré possível, pois evita que a tração seja perpendicular ao eixo diametral, mesmo na mudança de bordo pela popa permitindo que até em baixa velocidade, o rebocador se posicione popa com popa com o navio.

O segundo principal problema com a segurança do rebocador diz respeito à interação entre o casco do navio e do rebocador. Este fato pode ser parcialmente controlado pelo prático ao solicitar que o rebocador, principalmente o da proa, só se aproxime quando a velocidade for reduzida. As normas da Autoridade Marítima Brasileira estabelecem que a passagem de cabo da proa do navio para o rebocador deve ser feita por retinida e geralmente definem uma velocidade máxima para o navio sendo assistido por rebocador de cabo passado.

Ainda, em locais de muita corrente, deve-se lembrar que a intenção é proporcional à velocidade relativa do navio na água. Uma corrente pela proa do navio pode criar grande efeito de interação mesmo com a pequena velocidade no fundo.

Ao contrário do que se costuma pensar, rebocadores azimutais tipo ASD correm riscos quase tão grandes quanto os convencionais, quando na aproximação da proa do navio com seguimento a vante para atuarem com cabo no gato ou guincho de ré. A maior manobrabilidade oferecida pelos propulsores azimutais não garante, em função da posição dos mesmos em relação à extremidade de trabalho escolhida, a segurança na aproximação e operação com cabo passado oferecida pelos tratores. É comum, por este motivo, que aqueles rebocadores prefiram, na aproximação com a proa do navio, receber ou passar cabos na sua proa. Tal condição obriga, de qualquer forma, que a velocidade do navio seja reduzida, especialmente em portos mais expostos, já que o rebocador é obrigado a se aproximar e navegar de popa por distâncias às vezes longas, situação na qual seu controle pode ser dificultado pelas formas do casco somadas às condições de mar, vento e corrente.

Certamente é impossível cobrir todas as situações de risco que um rebocador pode enfrentar, mas as situações descritas acima são as mais comuns na maioria dos portos brasileiros e devem ser analisadas, objetivando reduzir sua ocorrência e seus efeitos.

## CAPÍTULO V

### Capacidades e Limitações dos Rebocadores

Quando consideramos o efeito da manobra do navio com os rebocadores existem além do bollard pull dois aspectos muito importantes a serem considerados:

- A correta posição do rebocador
- O correto tipo de rebocador a ser usado

Para um bom entendimento a respeito da performance de um rebocador em manobras com auxílio de rebocadores existem alguns princípios e definições a serem consideradas. O ponto de pivot, ponto de reboque, pushing point, a pressão lateral central, reboque direto e indireto e a estabilidade do rebocador.

#### 5.1- PONTO DE PIVOT

Este ponto é um ponto imaginário flutuante situado no plano vertical do rebocador que vai da popa a proa. Para uma assistência boa de um rebocador deve-se saber a localização deste ponto, pois afeta a escolha das posições das operações nos rebocadores. Quando um navio está parado na água e uma aceleração para frente é aplicada este ponto de pivot vai para frente podendo se opor ou não ao movimento desejado na operação de reboque devido as várias forças que estão atuando na embarcação.

O ponto de pivot também muda de posição quando além da força do leme, outras forças como as do bow thruster e de puxa/empurra de uma origem externa como a de rebocadores é aplicada.

#### 5.2- PONTO DE REBOQUE, PUSHING POINT E CENTRO LATERAL DE PRESSÃO

As posições relativas do centro de três diferentes forças resultantes são responsáveis pelo desempenho de um rebocador.

Para rebocadores operando com cabos não é necessário saber o ponto de reboque, este ponto é de onde o cabo vai do rebocador até o navio. Para rebocadores empurrando no costado do navio este ponto de contato é de grande importância.



O centro lateral de pressão é um ponto não estacionário. Sua localização depende da forma do casco da embarcação incluindo os propulsores e o leme assim como seu ângulo de ataque da água entrante. A influencia do leme e dos propulsores na localização do centro de pressão é muito alta.

O método de reboque direto é composto por um rebocador com propulsão a ré com cabo com velocidade baixa. O rebocador puxa na direção requisitada, tanto para dar ajuda na manobra como para controlar a velocidade da embarcação. Os melhores rebocadores utilizados nestas operações são os rebocadores tratores e os ASD tratores reversos.

No método de reboque indireto um rebocador com propulsão a ré com velocidade de até seis nós usa de efeito hidrodinâmica para manter o rebocador na melhor posição possível para exercer a melhor assistência em guindas para o navio.

Portanto a localização do centro de pressão e o ponto de reboque é muito critico. Um ponto de reboque mais avante em um rebocador trator resulta em uma maior força dos cabos, mas uma segurança maior nas operações e como resultado o desempenho diminui. Um centre de pressão mais avante em um ASD ou tratores reversos não afeta a segurança do rebocador mas aumenta a performance do rebocador como um rebocador de popa.

A estabilidade é um dos requisitos básicos de grande importância para os rebocadores portuários devido a natureza de seu trabalho. Meios de aumentar a estabilidade e diminuir os efeitos das forças externas incluem a GM, a redução da resistência transversal do casco, a redução da distância do ponto de reboque, a redução da distância do pushing point, um cabo com absorção de choques muito usado para reduzir movimentos repentinos por fortes forças no cabo de reboque, mas não é adequado o uso em portos estreitos.

Após mencionados os fatores que alteram a boa assistência de um rebocador de acordo com o método utilizado, pode-se fazer uma comparação entre os dois diferentes métodos mais utilizados e discutidos anteriormente enfatizando suas vantagens e desvantagens.

### 5.3- REBOQUE COM CABOS COMPARADOS COM OPERAÇÃO NO COSTADO DO NAVIO

Diferentes tipos de rebocadores podem ser usados para rebocar com cabos, alguns mais apropriados que outros. Numa entrada de porto e perto de atracadouros os rebocadores são posicionados de modo que a influencia do vento ou corrente podem ser compensados ao máximo e mudanças na proa da embarcação possam ser feitas de maneira segura e de modo eficiente.

Rebocando com cabos, entretanto, tem a vantagem de que rebocadores são normalmente posicionados no lado mais seguro do navio e são flexíveis com atenção aos atracadouros. Mesmo no pior caso quando corrente e vento estão ficando muito forte os rebocadores podem assistir até o ultimo momento, minimizando o risco de danos maiores.

Quando rebocadores com propulsão omnidirecional são usados para rebocar com cabos eles são capazes de atuar no costado do navio no modo push/pull sem necessitar soltar o cabo o que ajuda a ganhar tempo nas operações e ainda ficam sob um controle melhor porque os cabos continuam presos enquanto os rebocadores puxam ou empurram.

Os rebocadores são posicionados no costado do navio de acordo com o lado do atracadouro, da força do vento ou da corrente para ser compensada pelas mudanças de proa feitas durante a transição de atracação. Quando posicionados de acordo com o vento ou corrente esta pode não ser a posição correta para atracar. Rebocadores então devem se mover antes do inicio da atracação. Entretanto isso indica que o navio não tem mais ajuda de rebocadores.

Quando posicionados para compensar o vento e as forças das correntes, tanto o navio quanto o rebocador estão envolvidos em um risco quando estas forças não são estimadas e o navio começa a se movimentar. Quando essa situação se torna perigosa os rebocadores tendem a sair dessa situação deixando o navio sem ajuda.

#### 5.4- LIMITES OPERACIONAIS

Rebocadores portuários podem operar em quaisquer condições de corrente e vento. Entretanto durante situações de nevoeiro é diferente. Nevoeiros em áreas de porto confinados fazem a assistência dos rebocadores muito arriscada. Com visibilidade boa o comandante de um rebocador monitora sua posição e velocidade em relação à velocidade e proa do navio que está recebendo ajuda e também em relação à área em sua volta, como bóias, faróis, etc. Comparado com o movimento de um navio, os movimentos de um rebocador são mais rápidos, fazendo este ser difícil de manobrar pelo seu próprio radar. Acrescentando que os rebocadores operam perto do costado do navio, resultando em uma imagem distorcida ou parcialmente vazia na figura do radar. Com todos esses problemas um nevoeiro durante uma operação de um rebocador se torna muito mais difícil de ser realizada do que com boa

visibilidade. Por isso há algumas restrições nas operações de rebocadores com pouca visibilidade em um grande número de portos.

Muitos portos estão situados perto de mar aberto e alguns navios podem estar situados nessas áreas de mar aberto. Conseqüentemente, uma operação com rebocadores pode ser requisitada em mar aberto. Para rebocadores portuários que passam cabos de reboque em condições de ondas fortes pode ser difícil. Quando os rebocadores atuam com a onda incidindo sobre o costado do navio as forças dinâmicas no cabo de reboque podem alcançar valores altos e esses cabos podem partir em condições de ondas fortes. Portanto, cabos muito fortes e às vezes duplo cabo de fibras são geralmente usados.

Em condições de ondas os rebocadores portuários podem ao invés de usarem cabos, operar com mais eficiência no costado do navio se as circunstâncias e a manobra do navio permitir. Tudo depende da situação local.

Uma indicação dos limites de cada rebocador de acordo com a altura das ondas.

Rebocadores Convencionais: 1,5 – 1,8 m

Rebocadores Tratores, Trator Reverso e ASD: 2,0 m

Sobre a visibilidade o limite na maioria dos portos é de 0,5 milhas.

#### 5.5- CONCLUSÃO ENVOLVENDO OS TIPOS DE REBOCADORES

Assumindo condições normais de operação no porto com máxima velocidade do navio de seis a sete nós pode-se concluir, com algumas reservas, que a aplicação de diferentes tipos de rebocadores podem ser listados como se segue:

Rebocadores com propulsão a vante rebocando com cabos:

- Rebocadores ASD
- Rebocadores Combinados
- Rebocadores Convencionais
- Rebocador Trator e Trator Reverso

Rebocadores com propulsão a ré rebocando com cabos:

- Rebocadores Tratores, Rebocadores ASD, Tratores Reversos
- Rebocadores Combinados
- Rebocadores Convencionais

Quando operando no costado do navio:

- Rebocadores ASD, Tratores Reversos, Rebocador Trator
- Rebocadores Combinados
- Rebocador Convencional

A lista acima obviamente uma lista geral já que diferenças no design de um tipo em particular pode mudar a listagem, especialmente naqueles tipos de rebocadores características mais ou menos similares como a de um trator, ASD e trator reverso. Rebocadores Convencionais nunca alcançarão a mais alta manobrabilidade de rebocadores omnidirecionais. Mas os rebocadores convencionais também possuem muitas diferenças no design e dispositivos de manobra, fazendo um muito mais manobrável do que o outro. Um bem escolhido equipamento de convés pode melhorar o desempenho de um rebocador.

Vale lembrar também que a lista acima se refere a quanto o rebocador é operacional em relação aos outros. Quando a segurança da operação é o requisito prioritário então os rebocadores tratores e tratores reversos são os recomendados.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conhecer sobre rebocadores e todos os tipos de operações é de suma importância para se ter um bom desempenho profissional, pois dependemos de sua utilização ao atracar, desatracar, saída e chegada de portos e posicionamentos. Uma área promissora que a cada ano recebe novas tecnologias que ajudam os navegantes em diferentes situações. Através deste estudo podemos obter informações que muito irão ajudar na hora de se tomar uma decisão sobre qual rebocador a ser utilizado para uma manobra de assistência a um navio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HENSEN, Henk. *Tug Use in Port: A Practical Guide*. Great Britain: Nautical Institute, 2002.

FRAGOSO, Otavio A; CAJATY, Marcelo. *Rebocadores Portuários*. Rio de Janeiro: CONAPRA, 2002.

HERMAN. Aula de propulsores, disciplina: Hidrodinâmica, CIAGA, 2007.