

Capítulo I – Projeto e desenvolvimento dos rebocadores

1.1 Diferença no projeto dos rebocadores e métodos de assistência

Os métodos de assistência promovidos pelos rebocadores nos portos, e nas suas proximidades ao redor do mundo, diferem quanto às condições, costumes e tradições locais. Essas diferenças nos métodos de assistência e práticas usadas são, frequentemente, refletidas na requisição por rebocadores e, ainda, no desenvolvimento de uma série de novos rebocadores.

No decorrer dos últimos anos, foi observado um rápido desenvolvimento nos rebocadores portuários. Novos tipos de rebocadores foram desenvolvidos com grande manobrabilidade, e um aumento considerável na potência motora. Modernos equipamentos de governo, novos métodos de reboque e novos materiais para o cabo de reboque, são apenas alguns dos desenvolvimentos que ocorreram com o passar dos anos. Esses desenvolvimentos modificaram os métodos de assistência dos rebocadores bem como os números de rebocadores usados para manobrar um navio. Seguindo o exemplo do desastre do navio EXXON VALDEZ, os requisitos para acompanhar os navios tanques na aproximação portuária resultaram nos desenvolvimentos de construções específicas de rebocadores.

O resultado da melhoria da capacidade de manobra dos modernos navios, e a melhoria do desempenho de modernos rebocadores, resultou em uma diminuição de rebocadores requeridos nas áreas portuárias. Devido aos fatores econômicos que as empresas de navegação estão enfrentando, comandantes e práticos estão, frequentemente, sob pressão para usar o menor número possível de rebocadores.

Os requisitos operacionais que os rebocadores portuários devem sujeitar-se, no que diz respeito à assistência ao navio são, principalmente, determinados pelos seguintes fatores:

- O tipo de porto e suas proximidades, desenvolvimento futuro e a existência das condições geográfica do meio-ambiente;
- O tipo de navio que necessita de assistência; e
- Os serviços exigidos nos portos e ao seu redor.

Além disso, as seguintes considerações devem ser levadas em conta:

- O método de assistência do rebocador já em uso;
- Os rebocadores presentes e experiências disponíveis; e
- Fatores de segurança requeridos.

Um número de outros fatores desempenham um papel na escolha de um rebocador, não só o orçamento disponível. Quanto maior o orçamento disponível, diversos são os requisitos que podem ter os rebocadores, mas nem todo porto tem o rebocador ideal. O fato de existirem peças de reposição e apoio técnico, para certo tipo de propulsão, e de estarem prontamente disponíveis a uma curta distância, influi necessariamente na escolha do rebocador. Assim como a resistência ao dano, confiança mecânica, manutenção e facilidade de ser operado.

1.2 Fatores que influenciam o tipo de rebocador e assistência requerida

1.2.1 Portos e suas aproximações

Os portos, em geral, podem ser divididos em três categorias:

1.2.1.1 Portos convencionais

Estes portos representam a maioria dos portos em todo o mundo. Os navios são atracados nas bases dos portos ou no cais e, frequentemente, necessitam passar por comportas e por baixo de pontes. Isto leva a requisitos específicos nos rebocadores e na sua assistência. O desenvolvimento desses portos ocorreu, juntamente, com o transporte de mercadorias por navios e pelo tipo de assistência que o rebocador tinha que prestar. Portos como Rotterdam, Le Havre e Hong Kong possuem uma boa e pequena conexão com o mar aberto. Outros portos como Antuérpia, Calcutá e Nova Orleans possuem uma grande e, algumas vezes, complicada conexão com o mar aberto. Em todos esses portos os rebocadores devem, não somente, ser adequado para dar auxílio nas áreas portuárias, como também auxiliar os navios fora dessas regiões.



Figura 01 - Porto de Antuérpia. Os rebocadores devem auxiliar os navios através de pontes e comportas

Os portos convencionais nem sempre são ampliados e modernizados a fim de acompanhar as dimensões dos navios que os acessarão, ocasionando um aumento complicado

de manobras na chegada e na partida e, portanto, em requisitos adicionais para os rebocadores portuários, no que diz respeito a potência motora, manobrabilidade e dimensões.

1.2.1.2 Portos com muitos terminais

A localização de portos com muitos terminais são reconhecidos por haver espaços de sobra para manobras e manobras que possam ser padronizadas. Tais terminais são muito bem adequados para realizar o método “puxa-empurra”, e os rebocadores são projetados especificamente para este tipo de operação.

1.2.1.3 Portos com muitos píers e molhes

Os molhes podem ser divididos naqueles situados em mar aberto e em águas restritas. A grande diferença entre um molhe e um terminal portuário está no método de atracação e desatracação. Com molhes, a atracação é feita nos dolphins ou no píer em forma de “T”, permitindo que os rebocadores operem em ambos os lados do navio assistido. Porém, nas bases portuárias e terminais, a atracação é feita ao longo de um cais onde a assistência é, na maioria dos casos, restringidas a um dos lados. Molhes no mar aberto podem ser encontrados, na Austrália, por exemplo. Os navios localizados naquela região são amarrados nos molhes em mar agitado e sob a ação de fortes ventos. Isso exige requisitos especiais dos rebocadores, como boa estabilidade, defensas resistentes, um guindaste de reboque e um motor de alta potência.

1.2.2 Condições do meio-ambiente

As condições geográficas do meio-ambiente são pontos muito importantes para as empresas que trabalham com o reboque portuário. A maioria dos antigos portos estão situados em estuários dos rios, e estão sujeitos a influência das marés ou efeitos sazonais. Canais navegáveis e rios estão constantemente sujeitos a mudanças. A diferença de profundidade na água, a passagem por debaixo de pontes e a entrada em comportas, podem exigir a adoção da previsão do tempo, o que torna difícil o acesso a estes portos. Os rebocadores devem manobrar os navios de forma segura e eficiente. Especialmente nesses portos, os requisitos que os rebocadores devem sujeitar-se podem mudar continuamente, desde a entrada ou aproximação de um atracadouro até a atracação terminar. Em alguns portos este problema é resolvido usando diferentes tipos de rebocadores em diversas partes do percurso.

Como já mencionado acima, os portos perto do mar podem ser influenciados por ondas e borrifos, fazendo-se necessários requisitos adicionais nos rebocadores. O mesmo se aplica a rebocadores que operam em locais offshore, ou em portos de áreas frias, onde pode ser encontrado gelo. O limite da profundidade nas áreas portuárias, na qual os rebocadores operam dão origem a requisitos especiais, no que diz respeito ao calado máximo dos rebocadores.

Os rebocadores devem, com tanto que a segurança permita, sempre ser capazes de trabalhar efetivamente sob as condições do meio-ambiente dentro e ao redor do porto e, se pertinente, nas aproximações portuárias ou nas áreas de offshore, quer durante ventos fortes, correntes, gelo, ondas e/ou borrifos. Quando a profundidade é restrita, o espaço para manobrar é limitado, logo o tipo de rebocador a ser usado deve ser capaz de produzir um ótimo desempenho nestas situações.

1.2.3 A preocupação com os navios

Outro fator importante é o tipo de navio que será assistido, tais como navios tanques, carga geral, contêiner, transportador de automóveis e assim por diante. Diferentes tipos de navios exigem rebocadores específicos, no que diz respeito à potência do motor, equipamento de reboque, defensas, manobrabilidade e superestrutura.

Por exemplo, em um porto onde somente navios tanques atracam ao lado de um cais de oleoduto, não é difícil determinar qual o tipo de rebocador e potência requerida. No entanto, se houver uma grande variedade do tipo e tamanho dos navios, os requisitos dos rebocadores também irão variar.

1.2.4 Serviços requisitados dentro e ao redor de um porto

A mais importante atividade dos rebocadores portuários já foi citada acima. Em muitos portos essas atividades, também, incluem assistência no estaleiro.

Rebocadores portuários são usados nas atividades, além de dar assistência às embarcações, como:

- Rebocar materiais para offshore, tais como plataformas e barças;
- Rebocar barças fluviais, guindastes flutuantes;
- Auxiliar empurrando barças; e

- Combate a incêndio e fainas de controle da poluição.



Figura 02 - Rebocadores tratores azimutais rebocando uma plataforma

1.2.5 Requisitos de segurança

A assistência prestada pelo rebocador sempre envolve riscos para o rebocador e para a tripulação. Estes riscos podem ser reduzidos através de um bom treinamento da tripulação, rebocadores bem projetados e equipados. O tipo do rebocador também influencia no nível de segurança. O requisito de segurança varia dependendo do tipo de porto, das condições do meio-ambiente, o navio assistido, os métodos de assistência e regulamento do porto. Por outro lado, os proprietários dos rebocadores devem exigir, independente da situação portuária, o maior nível de segurança.

1.3 Tipos de rebocadores

Os fatores citados acima resultaram no uso de diferentes tipos de rebocadores em todo o mundo. Os principais são:

- Rebocadores de um único eixo;
- Rebocadores de dois eixos;
- Rebocadores tratores; e
- Rebocadores azimutais com propulsores a ré.

Rebocadores de um e dois eixos são comumente conhecidos. Para aumentar a força de reboque, muitos deles são envolvidos por um tubulão. Eles podem ser equipados com propulsores de passo fixo ou variado. Em alguns casos, para melhorar sua manobrabilidade, instala-se impelidores na proa (bow thruster) ou, em particular, no caso de rebocadores de um eixo, um impelidor retrátil na proa com capacidade de giro nos 360°, tornando-se muito mais manobrável.

As diferenças dos tipos de rebocadores serão discutidas no capítulo II.

1.4 Métodos de assistência

Dependendo da prática, do local e da circunstância, os seguintes métodos de assistência, ou a combinação destes métodos, podem ser usados:

- Rebocadores rebocando com cabo passado; e
- Rebocadores operando no costado do navio.

Quando rebocando com o cabo, este é passado na proa ou na popa do navio assistido. A distância (comprimento do cabo passado) para execução da manobra, deve ser o comprimento total do rebocador mais metade deste mesmo comprimento. Dependendo da assistência requerida, situação local e tipos de rebocadores usados, os rebocadores que operam no costado podem passar um, dois ou três cabos. Diferentes métodos são usados, cita-se o método “puxa-empurra”, onde o rebocador é geralmente amarrado com um cabo no costado do navio, para sua própria segurança. O reboque ao lado do navio é outro método, os rebocadores são, então, amarrados ao lado do navio com um mínimo de três cabos.

Os diferentes métodos de assistência serão discutidos no capítulo III.

Capítulo II – Tipos de rebocadores portuários

2.1 Classificações dos tipos de rebocadores portuários

Os rebocadores são nomeados de acordo com suas características principais, por exemplo, tipo, fabricante, posição do propulsor e, ainda, o sistema de governo. Os rebocadores podem ser convencionais, Voith-Schneider, Z-peller, tubulão Kort e tratores, dentre outros. Não existe uma padronização nos nomes, e isto gera confusão, portanto classificam-se os rebocadores de acordo com a localização do propulsor e ponto de tração.

Os rebocadores são nomeados da forma citada acima, agrupando-os da seguinte maneira:

2.1.1 Rebocadores com sua propulsão a ré, e ponto de tração perto da meia nau

São, basicamente, rebocadores convencionais. Esta categoria inclui todos os tipos convencionais, como rebocadores de um único eixo e de dois eixos.

2.1.2 Rebocadores com seu ponto de tração a ré e propulsor a vante da meia nau

São os rebocadores tratores. Nesta categoria estão:

- Rebocadores tratores com propulsão Voith-Schneider (cicloidal); e
- Rebocadores tratores com propulsão azimutal.

2.1.3 Rebocadores intermediários

Existem rebocadores intermediários que podem ser classificados tanto como rebocadores convencionais quanto tratores, dependendo da forma de operar. Eles são:

- **Rebocador trator reverso.** São rebocadores com propulsão azimutal a ré e ponto de tração a vante, construído para operar, principalmente, usando a proa do rebocador para as manobras, como pode ser visto, por exemplo, no Japão, Hong Kong e Taiwan. Os rebocadores tratores usam seu ponto de tração, proa do rebocador, para manobrar o navio com cabo passado ou método “puxa-empurra”.
- **Rebocadores ASD (Azimuth Stern Drive).** Trata-se de rebocadores de multiuso, com propulsores azimutais a ré, que são construídos para operar na sua proa como um trator reverso, tanto como para operar na sua popa como um rebocador convencional. A maioria dos rebocadores ASD possui um guindaste de reboque a vante e outro atrás do passadiço, enquanto outros possuem, simplesmente, um gato de reboque ao invés de um guindaste a ré.

Existem muitas diferenças em suas construções, como projeto do casco, configurações dos propulsores, lemes e assim por diante. Os diferentes tipos de rebocadores serão, portanto, discutidos em mais detalhes começando com seus aspectos gerais, considerando suas performances e segurança nas operações.

2.2 Requisitos importantes para uma boa performance dos rebocadores

2.2.1 Performance e segurança dos rebocadores

2.2.1.1 Tempo de resposta

Rebocadores portuários possuem um pequeno tempo de resposta, e sua manobrabilidade deve ser tal que, o rebocador reaja no menor tempo possível ao comando solicitado. É, portanto, importante que medidas sejam tomadas para aumentar a manobrabilidade dos rebocadores portuários, alcançando um menor tempo de resposta.

Ao assistir uma embarcação, um rebocador deve efetuar a faina de passar o cabo no menor tempo possível. Devido a um decréscimo no número da tripulação de um navio, o tempo para passar o cabo e dar voltas tem aumentado. Assim, os requisitos para os rebocadores, quanto a equipamento fácil e rápido para manuseio de reboque, se tornam elementos de alta importância para melhorar o tempo de resposta.

2.2.1.2 Eficácia e segurança de operações

Não é somente manobrabilidade, mas também força de tração estática (*bollard pull*) e forma subaquática que fazem o rebocador eficaz e, portanto, adequado para o trabalho. Por exemplo, grandes embarcações de contêineres, com seis alturas empilhadas no convés precisam de rebocadores potentes no caso de ventos fortes. Quando um navio está com seguimento, a perda da eficácia devido a velocidade deste, ou direção de reboque devem ser as menores possíveis. A eficácia e segurança de um rebocador estão relacionados com os fatores da estabilidade do rebocador, e a adequação do equipamento de reboque.

2.2.1.3 Espaço exigido para a manobra

O espaço existente para os rebocadores que prestam assistência, dependendo da situação, é muito pequeno. Pode-se resolver essa situação com o uso de um rebocador de boa manobrabilidade, dimensões limitadas e adequado equipamento de reboque.

2.2.2 Construção e esboço do passadiço

2.2.2.1 Visibilidade

O passadiço de um rebocador deve estar situado e construído de forma que, na sua estação de manobra, o mestre do rebocador tenha uma boa visão da proa, popa e lados do rebocador. Ele também deve ter uma boa visão do(s):

- Cabo e equipamento de reboque;
- Trabalhadores no convés;
- Áreas de contatos entre rebocador e navio;
- Navio assistido;
- Outros rebocadores prestando assistência; e
- Direção da operação

Isso exige um limpo campo de visão na estação de manobra, ou seja, sem obstáculos, com um ângulo de visão próximo de 360°.

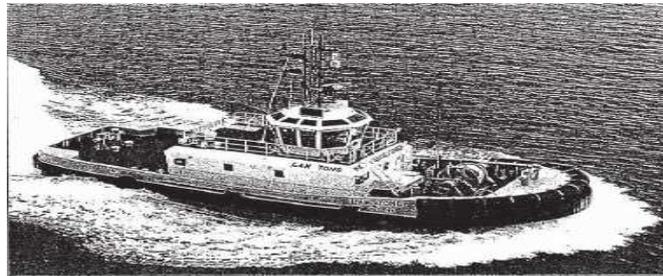


Figura 03 - Rebocador "Lam Tong" observe o passadiço localizado na meia nau

Além de toda visão panorâmica, passadiços bem projetados possuem pequenas janelas no teto, o que é importante quando ocorre uma manobra de passar o cabo para embarcações com alto castelo de proa, popa ou borda livre. Em alguns rebocadores modernos passadiços menores são construídos com janelas, o que proporciona uma visão de aproximadamente 360°.

2.2.2.2 Estações de manobras

Quando passar um cabo para uma estação, e enquanto estiver auxiliando, o mestre do rebocador tem que, dando apenas uma olhada da sua estação de manobra, ver as informações essenciais disponíveis do lado de fora, sem ficar movimentando-se de um lado para outro da sua cabine. As informações essenciais que vem do lado de fora da cabine são:

- O cabo de reboque, sua direção e tensão;

- O navio assistido, tais como rumo relativo e velocidade; e
- A combinação navio/rebocador e direção do movimento, no que diz respeito ao canal ou limites do canal navegável, outros tráfegos e atracadouros próximos.

2.2.2.3 Comunicação

Boa cooperação entre o prático e o mestre do rebocador é um requisito básico para segurança e eficiência nas manobras com rebocadores. Tal cooperação somente é possível com procedimentos e eficiência nos sistemas de comunicações. Portanto, sistemas de rádio comunicações a bordo de rebocadores, devem ser confiáveis. Um conjunto duplo de VHF é recomendado.

2.2.3 Superestrutura e projeto das obras vivas dos rebocadores

Regularmente, os rebocadores têm que trabalhar perto da proa ou popa do navio. É necessário, portanto, que a superestrutura do rebocador seja localizada seguramente na borda do convés, para que o risco de dano no rebocador possa ser evitado sempre que possível.

As construções das obras vivas dos rebocadores devem ser tais que, a unidade propulsora não atinja o casco do navio quando o rebocador estiver em manobra de atracação. A este respeito, rebocadores portuários precisam dar auxílio a todo tipo de embarcação, incluindo submarino em alguns portos. Os propulsores dos rebocadores podem atingir o casco do submarino quando o rebocador é requisitado para dar assistência de acompanhamento, ou para trazer o prático a bordo. Neste caso, os rebocadores portuários com apenas um eixo são os mais indicados para o serviço.

2.2.4 Defensas

Os rebocadores devem ser equipados com boas defensas. Defensas apropriadas protegem tanto o rebocador quanto o navio assistido contra danos, além de diminuir a tendência do rebocador de deslizar ao longo do casco do navio quando estiver empurrando. As defensas são construídas de borrachas ou produtos sintéticos, muitas vezes utilizam-se pneus como defesa. O material usado deve ter boa resistência, não pode poluir a água e ser capaz de resistir a uma variação alta e baixa de temperatura.

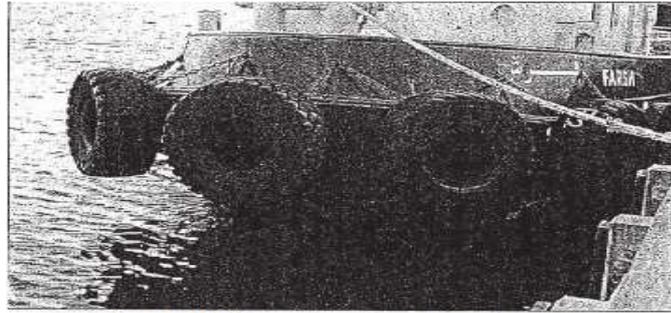


Figura 04 - Pneus usados como defensas

Os seguintes fatores são de grande importância na escolha das defensas:

- A forma como o rebocador dará assistência às embarcações. Por exemplo, rebocando com o cabo passado ou método de “puxa-empurra”;
- O tamanho e a potência motora do rebocador que são fatores importantes na resistência horizontal e energia cinética transmitida durante o contato;
- Tamanho da área de contato;
- O tipo e tamanho da embarcação que será manobrada;
- As condições do meio-ambiente tais como ondas e borrifos. Nessas condições haverá um aumento adicional das forças nas defensas, a qual deve ser capaz de compensar; e
- A construção da proa e popa do rebocador.

Os materiais usados nas defensas devem ter um grande coeficiente de atrito para manter a proa e a popa na posição quando o rebocador estiver empurrando, formando um ângulo com o casco do navio. O deslizamento do rebocador ao longo do casco do navio, facilmente, danificará as defensas. Para evitar esse tipo de dano pode ser usada nas defensas laterais uma camada de um material com baixo coeficiente de atrito, o polietileno UHMW (Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular) que possui um coeficiente de atrito de 0,15.

2.3 Rebocadores convencionais

2.3.1 Generalidades

Um grande número de rebocadores ainda pertence a esta classe. Estes rebocadores podem ser encontrados em todo o mundo, e são construídos em grande quantidade. Os rebocadores convencionais são usados para dar assistência “puxa-empurra”, rebocar ao lado do navio e em particular, no caso dos portos europeus, rebocar com cabo passado.

Existe uma grande variedade de rebocadores convencionais. O rebocador mais simples é aquele que possui um único eixo com um leme. Devido à localização da força de

tração, os rebocadores possuem limitações no que diz respeito à performance e segurança. Quando reboca com cabo passado, existe um sério risco do rebocador emborcar. Um guindaste de reboque com um mecanismo de liberação rápida diminui este risco. O mesmo se aplica ao gato de reboque de liberação rápida, caso funcione sobre a condição extrema de emborcamento.

A experiência é um fator importante na manobra segura dos rebocadores convencionais, quando se dá assistência aos navios com seguimento e, sendo composto por um mestre qualificado, esses rebocadores podem ser muito efetivos. Existem muitas possibilidades de aumentar a eficiência do rebocador, bem como a sua capacidade de manobra, como será explicado a seguir.

2.3.2 Propulsores e lemes

2.3.2.1 Propulsores e controle dos propulsores

Quase todos os rebocadores são equipados com motores a diesel, embora, ocasionalmente rebocadores antigos com máquina a vapor ainda são encontrados em algum museu marítimo. Rebocadores portuários com motores a diesel desenvolvem médias ou altas velocidades.

O sistema de direção reversa é o mais antigo, e ainda é encontrado em alguns rebocadores convencionais. Para dar partida nos motores, é necessário dar máquina a vante e a ré. Em alguns rebocadores, os motores podem ser controlados no passadiço, enquanto em outros, ainda, tem que ser controlado por um maquinista. O número de manobras é limitado pelo volume de ar comprimido disponível. O tempo de resposta para dar máquina a vante e a ré difere de rebocador para rebocador.

Sistemas elétricos de propulsão a diesel podem ser encontrados em alguns rebocadores portuários. O motor a diesel movimenta os geradores elétricos, que por sua vez movimenta os motores elétricos. Esses motores elétricos movimentam os propulsores. Este sistema é facilmente controlado no passadiço. Possui a grande vantagem de poder demandar velocidade com máquina a ré ou a vante sem atraso. Este sistema é caro, possui um alto custo inicial e uma alta despesa com manutenção, comparado com outros sistemas.

O sistema mais usado, atualmente, nos rebocadores portuários são os motores a diesel com alta e média velocidade com redução nas engrenagens e um acoplamento hidráulico pneumático.

2.3.2.2 Eficiência do propulsor e manobrabilidade

Os propulsores dos rebocadores convencionais podem ser envolvidos com uma estrutura aberta, ou envolvida por tubulões. Dando máquina a ré a toda força, um propulsor aberto de passo fixo, em geral, desenvolverá 60% de sua máxima impulsão a vante. Um propulsor aberto de passo controlado dando máquina a ré desenvolve algo entre 40 – 45% da sua máxima impulsão a vante. A menor eficiência de um propulsor de passo controlado dando máquina a ré diz respeito ao projeto e funcionamento do propulsor. Os propulsores são construídos para desenvolver uma melhor eficiência dando máquina a vante.

Os tubulões aumentam a impulsão e a força de tração estática. Ludwig Kort, um aerodinamicista, criou o primeiro tubulão em meados de 1927. O primeiro tubulão usado em serviço foi em 1932, originalmente desenvolvido para proteger as margens dos canais da descarga dos propulsores. Os tubulões aumentam a impulsão entre 15 – 25% nas condições de reboque com cabo passado e empurrando no costado.



Figura 05 - Tubulão Kort móvel

Rebocadores convencionais com propulsores de passo controlável envolvido por tubulões atingem, ao puxar com máquina a ré, em torno de 45% do máximo bollard pull a vante, ao passo que representa 65% para os rebocadores equipados com propulsores de passo fixo, com o mesmo tipo de tubulão. No entanto, a construção específica pode aumentar a performance de um propulsor de passo controlado dando máquina a ré, mas a eficiência com máquina a vante será reduzida.

Os tubulões aumentam a eficiência do propulsor, mas diminuem a capacidade de manobra. Diferentes sistemas de lemes estão em uso, frequentemente associados com o tubulão, com a finalidade de aumentar a manobrabilidade dos rebocadores convencionais com o uso de lemes específicos ou sistemas de lemes.

2.3.2.3 Leme com flap móvel

A maior deficiência dos lemes convencionais é a formação da cavitação, onde o ângulo de carregamento é muito grande, fato que leva o leme a estolar e perder seu efeito, deixando o navio sem governo. Isso é muito grave, especialmente, em situações de manobra, quando a velocidade é reduzida e necessitamos de maiores ângulos de leme para guinarmos o navio. Para eliminar esta dificuldade, foram projetados lemes especiais com características que mantivessem a efetividade do leme, mesmo com grandes ângulos de leme.

Existem muitos tipos de lemes móveis com flap, como Becker, Barke, Ulstein, Jastram e Promac Stuwa. No final da lâmina do leme existe um flap móvel, controlado pela conexão, totalizando em torno de 20-30% da área do leme. O máximo ângulo de carregamento de um leme convencional difere de rebocador para rebocador, e varia em torno de 40° a 50°. A máxima sustentação, o qual é conseguido num ângulo de aproximadamente 30°, é aumentado para 60° a 70° nos lemes com flap móvel, comparado com os lemes convencionais de mesma forma, tamanho e área.



Figura 06 - Tubulão fixo e leme com flap móvel

No ângulo de leme máximo a corrente do propulsor irá, dependendo do tamanho e equilíbrio do leme, ser desviada aproximadamente 90°. Os rebocadores podem ter mais de um leme móvel atrás do tubulão Kort.

2.3.2.4 Lemes Schilling

Lemes Schilling Monovec (único leme) não possuem uma parte móvel. Os lemes Schilling são compostos por uma chapa horizontal no topo e na base, com formato elíptico na extremidade de vante e em forma de ‘rabo de peixe’ na extremidade de ré, a finalidade dessas chapas é impedir a fuga da água por cima ou por baixo do leme, possibilitando um fluxo de água organizado. O leme desenvolve 30% – 40% mais sustentação comparado com um leme convencional que obtém uma máxima sustentação em um ângulo de aproximadamente 30°. O

leme Schilling pode ser usado até um ângulo de 70°. Quando dando máquina a ré, o leme é mais eficiente que os lemes convencionais.

Dois lemes Schilling usados em um mesmo propulsor será chamado de Schilling VecTwin, pode ser usado por ante a ré do propulsor e tornar a embarcação muito manobrável. Cada leme possui uma máquina de leme independente. Os lemes podem ser controlados por um joystick desenvolvendo uma angulação máxima num arco de 145°, e a combinação dos dois lemes podem produzir uma força apenas transversal ou unicamente na direção longitudinal.

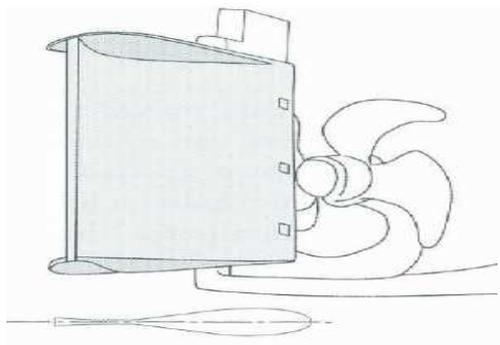


Figura 07a - Leme Schilling monovec
Repare o formato "rabo de peixe" e as chapas no tope e na base

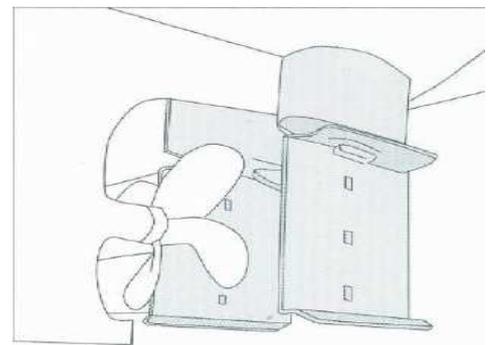


Figura 07b - Leme Schilling Vectwin

2.3.2.5 Leme de flanco

Os lemes de flanco são instalados ante a vante do propulsor do rebocador e os rebocadores de um ou dois eixos podem ser equipados. Os lemes de flanco são instalados em conjunto com outros sistemas de leme, como um leme simples por ante a ré do propulsor, ou um sistema de leme Towmaster que é especialmente usado em conjunto com o tubulão Kort. Em geral existem dois lemes de flanco localizados por ante a vante do tubulão do propulsor. Os lemes de flanco são operados por controles independentes, e aumentam a performance de manobras quando com máquina a ré, ou quando reboca-se com cabo passado pela proa. Quando dando máquina a vante, os lemes de flanco são mantidos a meio.



Figura 08 - Leme de Flanco

2.3.2.6 Sistema Towmaster

O sistema de leme Towmaster é usado em conjunto com tubulões Kort. Consiste na armação de vários lemes localizados por ante a ré, e algumas vezes por ante a vante (lemes de flanco) no tubulão Kort. Por ante a ré do tubulão são, normalmente, localizados três lemes, e por ante a vante do tubulão dois lemes (flanco). As angulações dos lemes podem atingir até 60°. O sistema Towmaster provê uma boa impulsão e governo a vante e a ré, por ser um sistema de maior complexidade. O governo a ré pode chegar até 70% do governo de vante.

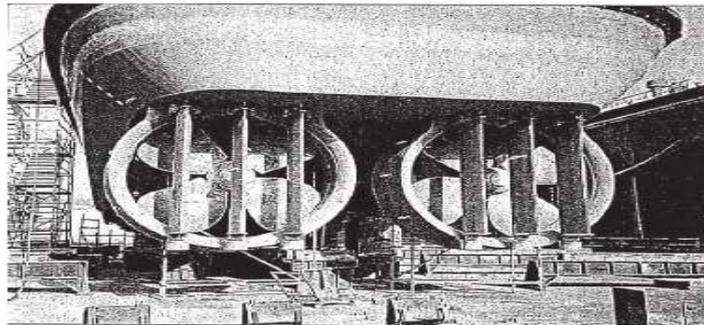


Figura 09 - Sistema de leme Towmaster

2.3.2.7 Impelidor de proa (Bow Thruster)

Rebocadores portuários convencionais são, algumas vezes, equipados com um túnel bow thruster. A eficiência do thruster não é muito boa, quando o rebocador está com seguimento. Com apenas dois nós de velocidade a eficiência do bow thruster pode ser reduzida para 50%. Rebocadores portuários que operam nas áreas portuárias, e em áreas de offshore, frequentemente operam com um bow thruster, que possibilita manter suas posições nas proximidades de plataformas petrolíferas.



Figura 10 - Bow Thruster

Rebocadores convencionais podem ser equipados com um bow thruster retrátil de governo nos 360°. Esses rebocadores são muito mais eficientes, e operaram em qualquer direção. Os rebocadores com este tipo de sistema serão previamente mencionados como rebocadores combi.

2.3.3 Manobrabilidade dos rebocadores convencionais

2.3.3.1 Rebocadores de um eixo

Três aspectos são importantes na manobra de um rebocador convencional de um eixo:

- A localização a ré do leme e propulsor;
- O efeito transversal do propulsor, quando dando máquina a ré; e
- A menor potência com máquina a ré.

Quando damos máquina a vante, com leme para BB (bombordo) ou BE (boreste), a popa do rebocador se move numa direção oposta à direção pretendida de guinada, por exemplo, dando leme para boreste a popa irá para bombordo. Guinar para um bordo, somente, é possível devido a força de sustentação (lift) que age no leme. Isto ocorre devido a localização a ré do propulsor e do leme e, portanto, as correntes e forças que agem nos mesmos.

O efeito transversal ou ‘paddle wheel effect’, é causado pela descarga do propulsor atingindo a popa quando o propulsor está com máquina a ré. Quase todos os rebocadores de um eixo possuem um propulsor direito, ou seja, o propulsor de passo fixo girará no sentido horário quando com máquina a vante e, ao ser dada máquina a ré, o propulsor girará no sentido anti-horário. Com máquina a ré, a descarga do propulsor atingirá a popa do rebocador a boreste, e a popa movimentará para bombordo, conseqüentemente a proa girará para boreste. Quanto mais seguimento a ré o rebocador possuir, mais eficaz o leme será e poderá trazer o rebocador para um rumo reto usando o leme. O efeito transversal, juntamente com a baixa potência com máquina a ré, resultará numa baixa performance dos rebocadores de um eixo.



Figura 11 - Rebocador Convencional

Quando estiver com seguimento a ré, a popa do rebocador pode ser controlada quando o rebocador estiver equipado com um tubulão móvel, com lemes Towmaster ou flanco. Tubulões móveis ou lemes de flanco podem ser direcionados na direção que a popa precisa se mover.

2.3.3.2 Rebocadores com dois eixos

Rebocadores com dois ou três eixos são muito mais manobráveis do que rebocadores com apenas um eixo. Eles podem guinar para um bordo sem precisar estar com seguimento e podem facilmente deixar a popa em um rumo reto. A guinada pode ser feita dando máquina a ré para um propulsor e máquina a vante para o outro, enquanto dando leme na direção pretendida.



Figura 12 - Rebocador Convencional de dois eixos

Os propulsores dos rebocadores de dois eixos, caso seja passo fixo ou controlável, são frequentemente virado para dentro, exceto rebocadores projetados para operar nas condições de gelo. A vantagem de virar para dentro os propulsores é conseguir uma maior eficiência. A desvantagem do propulsor de passo fixo é o maior diâmetro de guinada, pois o propulsor de boreste é esquerdo e o de bombordo é direito. Quando usando os dois propulsores, o efeito transversal dos eixos opõe a guinada.

Com propulsores de passo fixo voltado para dentro, um rebocador pode mover-se lateralmente, também chamado de “flanking”. Quando o rebocador tiver que se movimentar lateralmente para boreste, alguém poderia pensar em dar máquina a vante ao propulsor de BE e máquina a ré ao propulsor de BB. Isto funcionará, somente se o rebocador for equipado com bow thruster. No entanto, sem um bow thruster esta configuração de propulsores não movimentará o rebocador lateralmente, mas somente a popa para boreste. Mudando a configuração da propulsão, com o propulsor de boreste com máquina a ré, o propulsor de bombordo com máquina a vante e os lemes para bombordo, o rebocador moverá para boreste sem possuir seguimento, dependendo do compasso (trim), influência do vento e da corrente. O efeito transversal no propulsor interior aumentará a impulsão lateral.

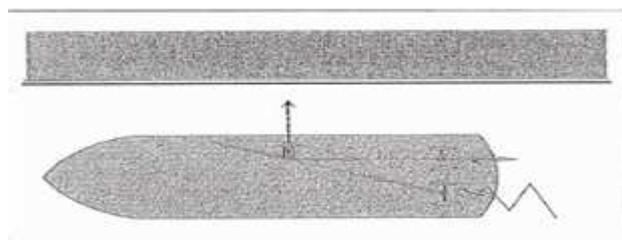


Figura 13 - Rebocador de dois eixos movendo-se lateralmente para boreste, também chamado de flanking. Colocando-se a máquina de bombordo a vante e a máquina de boreste a ré, enquanto aplicando leme a bombordo

2.3.4 Rebocadores convencionais nas manobras com o navio

Rebocadores convencionais são usados em todos os métodos de assistência, mas não são igualmente adequados para todos os métodos. Quando assistindo uma embarcação com seguimento, um rebocador convencional é eficiente na manobra com cabo passado, mas atuando como um rebocador na popa do navio tendo em vista seu ponto de tração, este rebocador terá muitas limitações. Quando o navio possuir, aproximadamente, mais de três nós de velocidade o rebocador atuando na popa poderá, somente auxiliar de um bordo do navio e não poderá mudar de lado nem controlar a velocidade do navio assistido. A força de tração se localiza perto da meia nau, implicando no risco de emborcamento.

Quando rebocando com cabo passado, rebocadores convencionais não são recomendados para mudar, enquanto o cabo ainda estiver passado, para o método de empurrar no costado do navio. Isto pode ser desejoso, por exemplo, na chegada de um atracadouro. Para uma mudança rápida de empurrar-puxar e vice-versa, enquanto o cabo ainda estiver passado, o rebocador convencional teria que empurrar com a popa. A manobra em si é complicada, a menos que o rebocador esteja equipado com um bow thruster ou se for de dois eixos. No entanto, quando empurrando com a popa, o propulsor do rebocador estará tão perto do casco do navio, que a interrupção do fluxo de água do propulsor pelo navio resultará numa redução de eficiência. Além disso, as defensas da popa dos rebocadores convencionais não são projetadas para empurrar com a popa. Em tal situação é melhor liberar o rebocador da proa ou popa do navio para, então, poder empurrar do lado do navio usando a proa.

Rebocadores convencionais de um único eixo não podem puxar a determinados ângulos, por causa do efeito transversal do propulsor e, nem podem puxar com determinados ângulos sob fortes correntes que atravessam o rebocador. O mesmo tipo de problema surge quando o navio assistido está se movendo para vante ou para ré, enquanto os rebocadores estão puxando. Será impossível de puxar a determinados ângulos. Medidas adicionais devem ser tomadas, como passar um cabo saindo da popa do rebocador para o navio, a fim de manter o rebocador na melhor posição de puxar. Tubulões móveis, lemes towmaster e flanco, facilmente, manterão o rebocador a determinados ângulos enquanto estiver puxando.

Rebocadores de dois eixos podem usar os propulsores para manter o rebocador a determinados ângulos, embora cause uma redução de eficiência no reboque.

2.4 Rebocadores Combi

2.4.1 Projeto e manobrabilidade dos rebocadores combi

Como discutido acima, a manobrabilidade dos rebocadores convencionais de um eixo podem ser melhoradas através do uso de lemes de alta força de sustentação. No entanto, a desvantagem de muitos rebocadores de um eixo sem um tubulão móvel, sistemas de lemes towmaster e flanco, é que a ausência destes dificulta o movimento do rebocador com seguimento a ré em manter um rumo reto. Nenhum rebocador de um eixo pode movimentar-se lateralmente, a menos que composto por um bow thruster, e lemes de alta força de sustentação. A potência de ré de um rebocador de um eixo é reduzida, a menos que seja equipado com lemes especiais e arranjos de propulsores que aumentam a eficiência de propulsão.

Remetendo-se ao parágrafo acima, pode-se dizer que ao instalar no rebocador de um eixo, um bow thruster capaz de girar 360°, também chamado de bow thruster azimutal, essas desvantagens podem ser superadas. Rebocadores equipados com um bow thruster são chamados de rebocadores combi. O primeiro rebocador combi surgiu por volta de 1960. Um rebocador equipado com este tipo de thruster na proa pode, com auxílio do propulsor principal e do bow thruster, guinar para qualquer bordo, navegar em rumo reto com máquina a ré com uma velocidade razoável e mover-se lateralmente. Colocando o bow thruster na mesma direção do propulsor, será acarretado um aumento adicional da velocidade e do bollard pull, tanto com máquina a vante como com máquina a ré. Na maioria dos casos este tipo de bow thruster é equipado com um tubulão que pode ser retrátil ou fixo. Um bow thruster azimutal com o propulsor envolvido por um tubulão abaixo da quilha, em contraste com um túnel bow thruster, atingirá uma maior eficiência em qualquer direção mesmo quando o rebocador estiver se movendo a alta velocidade. Isso fornece um aumento adicional na manobrabilidade do rebocador.

Como exemplo, um rebocador de 27 metros de comprimento, com um thruster azimutal de 400hp (Horse Power), e uma potência motora de 1500bhp (Brake Horse Power), pode aumentar a máxima velocidade do rebocador em 0,5 nó. Usando apenas o bow thruster, uma velocidade de cinco nós pode ser alcançada. A força de tração do rebocador é aumentada em cinco toneladas se o propulsor principal e o bow thruster funcionarem na mesma direção. Tudo isso é considerado para uma manobra mais eficiente.

Caso o bow thruster azimutal não esteja em uso, resultará em uma resistência extra. Essa é uma das razões para usar o bow thruster retrátil. Em águas rasas um tipo retrátil é

necessário. Deve-se ter cuidado ao usar o bow thruster azimutal nos momentos que a folga abaixo da quilha for pequena, e o bow thruster retrátil estiver em uso. Faz-se necessário um sistema de alarme, quando a profundidade não for suficiente para o funcionamento seguro do bow thruster.

2.4.2 Rebocador combi usado na manobra com navio

Rebocadores combi podem rebocar com cabo passado tanto a vante como a ré. Com cabo passado a vante, o rebocador combi opera como um rebocador convencional, mas com a vantagem do aumento máximo da velocidade, manobrabilidade e bollard pull. Também, o risco de emborcamento é reduzido e o tempo de resposta é menor devido à grande manobrabilidade.

Com cabo passado a ré, os rebocadores combi operam como um rebocador convencional e, facilmente, operam na popa do rebocador a alta velocidade por causa do bow thruster azimutal. No entanto, como os rebocadores convencionais possuem sua força de tração, aproximadamente, $0.45 \times \text{LWL}$ (comprimento na linha da água) a partir de ré, eles precisarão de um ponto de tração adicional mais próximo da popa a fim de prevenir o emborcamento, especialmente quando o navio assistido tiver uma velocidade maior. Nos rebocadores convencionais o ponto de tração pode ser movido a ré por um gob rope, e em outros rebocadores por um guindaste de gob rope. O gob rope é, então, conduzido do guindaste para um orifício ou uma poleame na popa do rebocador.



Figura 14 - Rebocador convencional de um eixo usando um gob rope para manobrar um navio entrando no porto

Para demonstrar a capacidade do rebocador combi, considere um navio se aproximando. O rebocador combi passa o cabo a ré e se aproxima, primeiramente, sua popa com a popa do navio para passar o cabo de reboque, figura 15 (posição 1). O navio a ser assistido pode possuir uma alta velocidade, em torno de sete a oito nós. Assim que o cabo de reboque estiver seguro, e o ponto de tração a ré estiver em uso por meio de um gob rope ou

poleame, o rebocador combi pode controlar a velocidade da embarcação (posição 5) ou auxiliar no governo (posição 2 e 3). Para reduzir a velocidade do navio, o propulsor principal e o bow thruster do rebocador serão colocados na mesma direção para aumentar o bollard pull. Quando a velocidade do navio reduzir, o efeito do rebocador na (posição 2 e 3) se tornará menor devido a força de sustentação. O gob rope é, então, liberado ou o cabo de reboque é retirado do poleame. O ponto de tração está, então, em uso novamente e o rebocador pode operar como um rebocador convencional (posição 4).

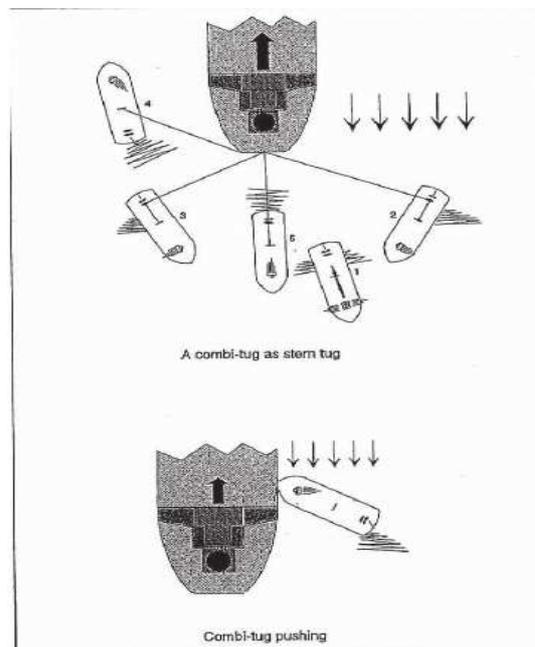


Figura 15 - Alguns métodos de assistência usando um rebocador combi

Está claro que as vantagens de um rebocador combi são maiores quando o rebocador opera com cabo passado na popa. O rebocador combi pode, também, ser usado ao lado do navio, em operações de puxa-empurra.

Quando operando ao lado do navio, o rebocador combi possui muitas das desvantagens do rebocador convencional. O rebocador combi pode empurrar com a proa ou com a popa. Quando empurrando com a proa, enquanto o navio estiver com seguimento, o bow thruster pode ser útil em manter a proa do rebocador na posição e prevenir o rebocador de escorregar ao longo do casco do navio. Quando empurrando com a popa, a eficiência do rebocador é diminuída, devido a restrição do fluxo de água do propulsor, sendo mais difícil de manter o rebocador na posição em determinados ângulos com o casco do navio.

2.5 Rebocadores tratores com propulsores cicloidais

2.5.1 Projeto

Os rebocadores tratores possuem seus propulsores na parte de vante. Um sistema de lâminas verticais ou um sistema de propulsão cicloidal são chamados de Voith-Schneider ou rebocadores VS. Rebocadores com sistema de propulsão Voith Schneider apareceu por volta de 1920. Em 1950 Wolfgang Bear da empresa Voith projetou o rebocador com propulsão cicloidal abaixo da quilha e o ponto de tração na parte de ré. Muitas limitações dos rebocadores convencionais foram superadas pela introdução deste novo conceito, o qual foi chamado rebocador trator Voith Schneider.

O sistema propulsor cicloidal é, de fato, um tipo de propulsão de passo controlado. As máquinas trabalham com uma rotação constante, a intensidade do thrust e sua direção são reguladas do passadiço. Diferentes configurações de máquinas (RPM) podem ser selecionadas. Máquinas de alta performance são requisitadas quando o rebocador estiver rebocando ou empurrando a toda força.

O sistema de propulsão do rebocador VS é composto por duas unidades de lâminas propulsoras verticais, cujo passo e direção do thrust podem ser, uniformemente, regulados nos 360° sem atraso. Na figura 16, a chapa de proteção (2), protege a lâmina do propulsor e funciona como um tubulão, embora aumente a eficiência do propulsor.

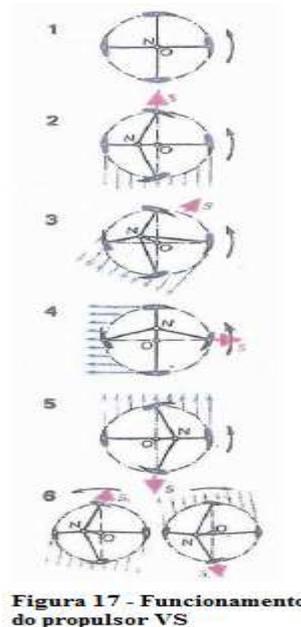


Figura 16 - Rebocador Voith Schneider.

Um grande skeg (4) é típico em rebocadores tratores e, em particular, nos rebocadores tratores VS. O skeg proporciona uma estabilidade durante o percurso, e traz o centro de pressão hidrodinâmica mais a ré, o qual se torna uma vantagem para a segurança e performance do rebocador quando, rebocando com cabo passado, e operando na popa do navio a altas velocidades.

O guindaste de reboque (6) está localizado a ré da meia nau e o ponto de tração, usualmente, no meio do skeg. O casco do rebocador é relativamente largo e reto, a fim de prover espaço suficiente para as duas unidades de propulsores. O rebocador VS possui defensas bem resistentes (5), especialmente na popa, pois esses rebocadores empurram com a popa.

O princípio de funcionamento de um propulsor cicloidal VS é mostrado na figura 17. Conexões que conduzem ao centro de governo N ajustam às lâminas dos propulsores verticais. O centro de governo N pode ser movido fora do centro O por dois cilindros hidráulicos. Um cilindro hidráulico funciona na direção longitudinal, e o outro na direção transversal. As lâminas dos propulsores criam um thrust em uma direção, dependendo da localização do centro de governo N. No esboço (1) não existe thrust; os propulsores estão inativos. No esboço (2) o centro de governo é movido por um cilindro hidráulico por bombordo. Este deslocamento do centro de giro N resulta num movimento (thrust) para vante. No esboço (3) o ponto de governo N é movido por dois cilindros hidráulicos para bombordo e para vante, o que gerará um thrust na direção indicada por S. Portanto, o thrust pode ser regulado em qualquer direção movendo-se N. A direção do thrust é perpendicular a linha O-N, e a intensidade do thrust é proporcional a distância O-N. Nos rebocadores existem sempre duas unidades propulsoras VS, as quais são instaladas lado a lado.



O calado máximo, incluindo a unidade propulsora, de um rebocador VS é relativamente maior do que um rebocador convencional, devido ao peso da unidade propulsora, a localização do propulsor e sua dimensão. A localização da unidade propulsora é aproximadamente $(0,25-0,30) \times \text{LWL}$ a partir de vante. O ponto de tração se encontra $(0,1 - 0,2) \times \text{LWL}$ a partir de ré, embora, isto possa variar de rebocador dependendo dos seus requisitos operacionais.

2.5.2 Manobrabilidade

Rebocadores tratores VS são altamente manobráveis, podem guinar para qualquer direção, emitir uma grande quantidade de thrust, e navegar reto de popa a altas velocidades. O thrust com máquina a ré é praticamente o mesmo com máquina a vante. As desvantagens dos rebocadores convencionais de um único eixo como baixa potência de ré, baixo thrust lateral e alto risco de emborcamento, quando atuando a ré do navio, não são aplicados aos rebocadores VS.

Guinar para qualquer bordo pode ser feito usando o timão. Um rebocador VS pode ser movimentado lateralmente para bombordo, por exemplo, a alavanca do passo de BB é colocada adiante e a de BE colocada a ré, enquanto gira o timão para BB. O momento de guinada dos propulsores é eliminado pela ação do timão, e o rebocador se movimentará lateralmente. A eficácia do propulsor com máquina a ré é menor, portanto, a máquina a vante deverá ser colocada um pouco mais fraca do que a máquina de ré.

Como o fundo do casco é reto e largo para haver espaço suficiente para a unidade propulsora, esses rebocadores terão uma grande dificuldade em manter sua posição em relação ao navio em mar aberto. De acordo com algumas experiências de alguns mestres de rebocadores VS.

2.5.3 Rebocadores VS usados nas manobras com os navios

Rebocadores VS são usados para rebocar com cabo passado, e para operações de “puxa-empurra”. Nas operações de “puxa-empurra” as desvantagens dos rebocadores convencionais de possuírem menor potência motora com máquina a ré, e não poderem puxar formando determinados ângulos com o navio, não se aplicam aos rebocadores VS. Como já foi mencionado, os rebocadores VS possuem quase a mesma potência tanto com máquina a ré como com máquina a vante, e podem aplicar o thrust em qualquer direção.

Enquanto rebocando com cabo passado, o rebocador VS localizado tanto a vante como a ré do navio pode mudar para o método de empurrar sem liberar o cabo de reboque, o

que é muito conveniente enquanto se aproxima do atracadouro (figura 18, situação 3). O rebocador localizado a vante pode mudar para o método de empurrar quando o navio estiver com uma velocidade de aproximadamente dois nós. Um guindaste de reboque é sempre útil neste tipo de operação para controlar o comprimento do cabo de reboque e aumentar a segurança.

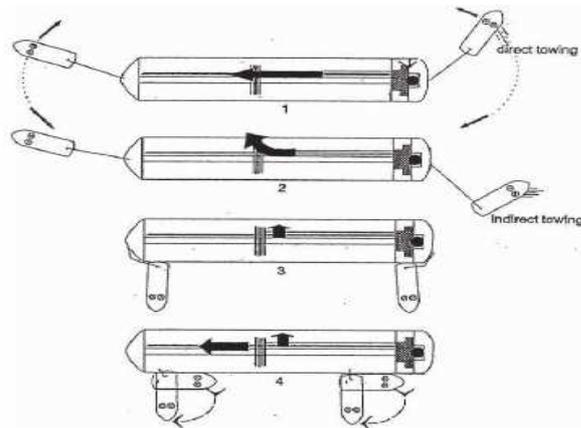


Figura 18 - Alguns métodos de assistência com rebocador trator

Os rebocadores VS podem, também, passar o cabo diretamente na lateral do navio nas operações de “puxa-empurra” (situação 4), aproximando do navio tanto a proa quanto a popa. A velocidade do navio neste caso não deve ultrapassar cinco nós. Embora os rebocadores VS não sejam os tipos mais eficientes de rebocadores quando rebocando com cabo passado na proa do navio com seguimento, devido às restrições impostas de performance na localização do ponto de tração, eles são adequados para serem usados na popa do navio para o controle de rumo e velocidade.

O controle do rumo é realizado em altas velocidades pelo método indireto (situação 2), usando as forças da hidrodinâmica no casco do rebocador, ou a baixas velocidades usando o método direto (situação 1). As forças no método indireto aumentam o bollard pull do rebocador. As diferentes manobras que podem ser realizadas com o rebocador VS podem ser vistas no manual J.M Voith GmbH.

2.6 Rebocadores tratores com propulsores azimutais

2.6.1 Projeto

Rebocadores tratores com propulsores azimutais possuem dois thrusters que operam 360° abaixo da quilha na parte de vante. Existem muitos fabricantes de propulsores azimutais alguns deles conhecidos como Aquamaster, Schottel, KaMeWa, Niigata, Kawasaki, Ulstein e

Brunvoll. Alguns dos fabricantes europeus citados acima se fundiram. Nomes diferentes são usados nos propulsores azimutais, cita-se Z-pellers, Rexpellers, Duckpellers entre outros. Embora o sistema de thruster seja quase igual, cada empresa de fabricação possui seu próprio design específico.

Propulsores azimutais são equipados com tubulões para aumentar a eficiência de propulsão. No evento de um encalhe, a proteção do propulsor é provida por uma placa de ancoragem. As placas de ancoragem são encontradas na frente do propulsor e provê proteção limitada para os mesmos.

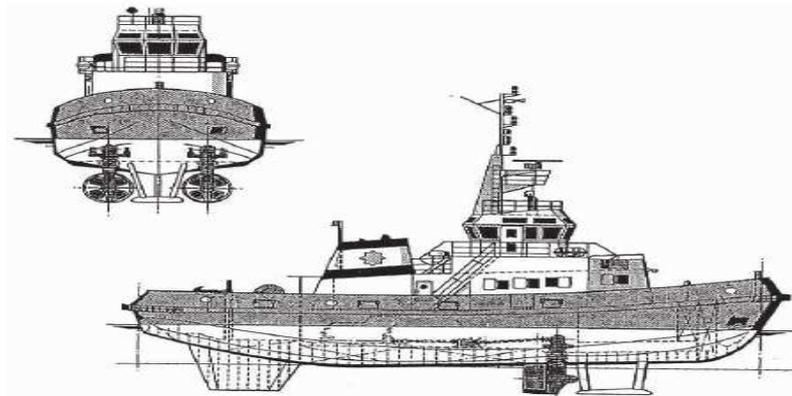


Figura 19 - Rebocador trator azimutal

O rebocador trator VS não se diferencia muito do rebocador trator azimutal. O deslocamento de um rebocador VS é maior, comparado com um rebocador trator azimutal, ambos com a mesma potência motora, devido ao grande peso do sistema de propulsão VS. Portanto, um rebocador trator azimutal com as mesmas dimensões e potências terá um calado menor.

A localização do ponto de tração é parecida com os rebocadores VS. O skeg é, algumas vezes, menor, e a localização do ponto de tração é menos rígida em relação a posição do skeg, como no rebocador trator VS. O ponto de tração se encontra, aproximadamente, $0,1 \times \text{LWL}$ a partir da popa, ao passo que os propulsores estão localizados $0,30 \times \text{LWL}$ a partir da proa.

2.6.2 Manobrabilidade

As características de manobra dos rebocadores tratores azimutais são quase que comparados com os rebocadores tratores VS. Eles são rebocadores seguros e muito manobráveis, podem girar para qualquer bordo, mover lateralmente, e ter aproximadamente o mesmo bollard pull, a vante e a ré.

Como este rebocador possui um calado menor em relação ao VS, e um projeto diferente de skeg, algumas manobras podem ser diferentes em relação ao rebocador trator VS no que diz respeito ao tempo de resposta.

2.6.3 Rebocadores tratores azimutais nas manobras com navios

As capacidades de assistência de um rebocador trator azimutal são comparadas com os rebocadores VS. Eles são adequados para operar ao lado do navio ou para rebocar com cabo passado. Os rebocadores tratores azimutais são equipados com um pequeno skeg o que os tornam menos efetivos quando atuando indiretamente na popa do navio, em comparação a um rebocador VS. Por outro lado, por causa de sua menor resistência na água, e a habilidade de prover quase 100% de thrust em qualquer direção, os rebocadores tratores azimutais serão mais eficientes quando rebocando com cabo passado, atuando diretamente na popa e na proa do navio.

2.7 Rebocadores tratores reversos

2.7.1 Projeto

Os rebocadores tratores reversos são rebocadores com dois propulsores azimutais abaixo da popa. Eles atuam na manobra, usando a sua proa para efetuá-la. Estes rebocadores possuem um grande guindaste a vante, e apenas um pequeno equipamento de reboque a ré, por exemplo, um gato de reboque. Como os thrusters estão localizados na popa, o calado máximo do rebocador trator reverso é menor do que os rebocadores tratores cicloidais e azimutais.

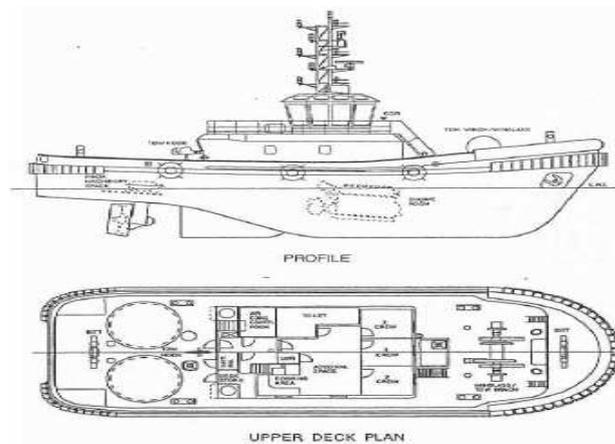


Figura 20 - Rebocador trator reverso

A unidade propulsora está localizada, aproximadamente, $0.1 \times \text{LWL}$ a partir de ré e o ponto de tração está na parte de vante da meia nau. A estação de manobra é projetada de forma que o mestre do rebocador possua uma visão sem obstrução da parte de vante do rebocador, do cabo de reboque, do navio assistido e das instrumentações de controle ao redor dele, enquanto sentado atrás do painel de manobra.

2.7.2 Controle do propulsor, capacidade de manobra e manobra com navio

O controle do propulsor do rebocador trator reverso é o mesmo do que os rebocadores tratores azimutais. Por causa dos dois thrusters azimutais e o ponto de tração estar localizado a vante, os rebocadores tratores reversos são altamente manobráveis e seguros de trabalharem. A potência com máquina a ré desses rebocadores é, geralmente, 10% menor do que com máquina a vante, devido a forma do casco da popa. O nome rebocador trator reverso implica que o rebocador trator opere similarmente aos rebocadores tratores, mas no sentido contrário.

O que foi mencionado sobre os rebocadores tratores azimutais, no que diz respeito a manobrabilidade, também, se aplica em grande extensão aos rebocadores tratores reversos. Eles podem ser usados no reboque com cabo passado ou atuando ao lado do navio como mostra a figura 21. Eles podem, facilmente, mudar quando rebocando com cabo passado na proa do rebocador para uma posição de empurrar ao lado do navio ou no método ‘puxa-empurra’ enquanto atracando. Quando operando ao lado do navio esses rebocadores são muito eficientes quando o navio estiver com seguimento.

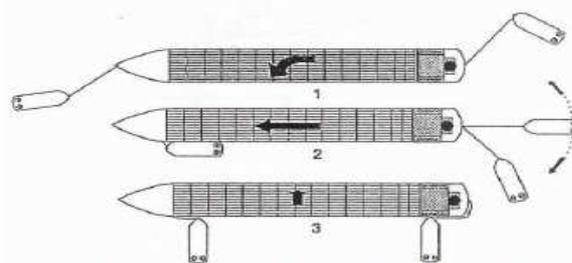


Figura 21 - Métodos de assistência utilizando um rebocador trator reverso

Embora este tipo de rebocador seja usado para rebocar com cabo passado operando na proa do navio, ele não será eficaz no governo de navios com seguimento. O rebocador terá que navegar de popa, provocando uma redução na eficiência do governo quando a velocidade aumentar. Atuando na popa, o rebocador trator reverso é muito adequado no governo e controle da velocidade dos navios com seguimento, caso faça uso do método direto ou indireto. No método indireto os rebocadores tratores reversos são, em geral, de alguma forma

menos eficiente no governo comparando com um rebocador similar VS na mesma situação, mas no método direto o rebocador trator reverso pode ser mais efetivo por causa do menor calado.

2.8 Rebocador ASD (Azimuth Stern Drive)

2.8.1 Projeto

Os rebocadores convencionais possuem certas vantagens como, também, os rebocadores tratores reversos. Os rebocadores ASD foram projetados de tal forma que podem operar como um rebocador convencional como também um rebocador trator reverso, portanto, combinando a vantagem dos dois tipos. Os rebocadores ASD possuem um guindaste de reboque a vante e outro a ré. O ponto de tração a ré está localizado entre $(0,35 - 0,40) \times \text{LWL}$ a partir da popa. Igualmente aos rebocadores tratores reversos, os rebocadores ASD possuem dois propulsores azimutais localizados abaixo da popa numa posição $0,1 \times \text{LWL}$ a partir de ré.

Os rebocadores ASD podem ser equipados com um túnel de bow thrust, especialmente, quando usado em operações de offshore. Os túneis do bow thrusters não são muito eficientes quando o rebocador possui seguimento a vante, mas são muito úteis para manter uma posição. O interesse neste tipo de rebocador ainda está crescendo por causa da sua manobrabilidade e capacidade de atuarem em várias funções.

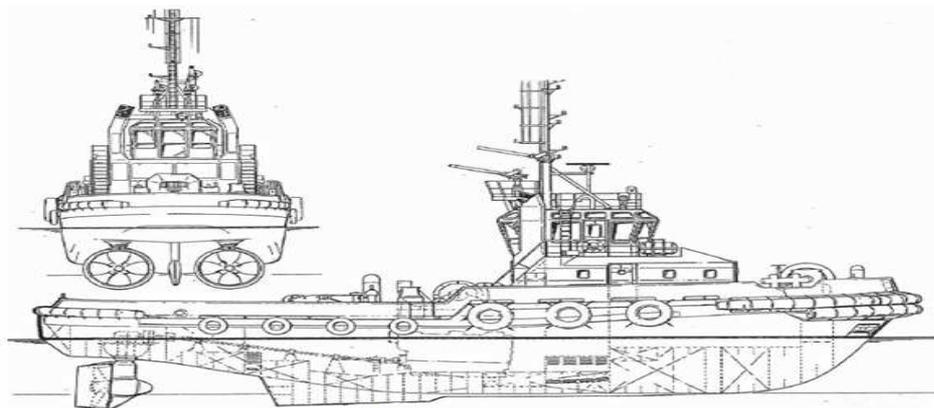


Figura 22 - Rebocador trator ASD

2.8.2 Capacidade de manobra e manobra com navios

Rebocadores convencionais são mais eficientes quando usados a vante com cabo passado, ao passo que os rebocadores tratores reversos são mais eficientes usados a ré e nas operações de “puxa-empurra”. Os rebocadores ASD são muito eficientes e adequados para

todas as manobras com o navio, devido a sua habilidade de atuar tanto como um rebocador trator reverso quanto um rebocador convencional. Quando rebocando a vante com cabo passado como um rebocador convencional, figura 23 (situação 1), o rebocador ASD é muito eficiente, embora o risco de emborcar exista. O risco é reduzido quando o rebocador estiver equipado com um sistema confiável de liberação rápida.

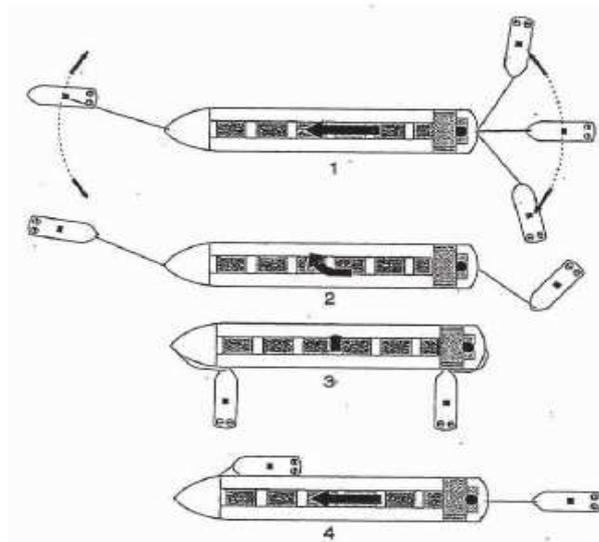


Figura 23 - Métodos de assistência com um rebocador ASD

O rebocador ASD atua na popa do navio com cabo passado na sua proa (situação 1 e 2). Isto é eficaz no controle da velocidade e do rumo. A eficiência quando assistindo no modo indireto (situação 2) é, geralmente, de alguma forma menor quando comparado com o rebocador trator VS, mas os rebocadores ASD podem ser, de alguma forma, mais eficientes quando puxando diretamente (situação 1), por causa do seu calado mais raso.

Como os rebocadores tratores reversos, os rebocadores ASD podem facilmente mudar do método de reboque com cabo passado para o método “puxa-empurra” sem precisar liberar ou trocar a posição do cabo de reboque (situação 3).

Capítulo III – Métodos de assistência

3.1 Métodos de assistência

3.1.1 Métodos de assistência em uso

As diferentes maneiras como os navios são manobrados pelos rebocadores em várias áreas e portos ao redor do mundo podem, de fato, ser remontadas a uma grande diferença dadas as circunstâncias locais. As avaliações dos métodos de assistência usadas em todo o mundo mostram apenas dois diferentes métodos:

- Rebocadores rebocando com cabo passado; e
- Rebocadores operando no costado do navio.

Nos portos Europeus o método de reboque com cabo passado é o mais usado, enquanto que nos EUA e nos portos pacíficos ocidentais os rebocadores, geralmente, operam ao lado do navio em diferentes maneiras dependendo do tipo de rebocador usado. Particularmente, nos portos europeus e nos EUA existe uma tendência para o uso mais flexível dos tipos de rebocadores. Esta tendência causa um impacto nos métodos de assistência usados nos portos europeus, assim como nos portos americanos.

Em alguns portos uma combinação dos métodos é usada, dependendo da situação local. Em situações ou circunstâncias específicas, os métodos de assistência são aplicados exceto naqueles de uso normal. Então, é possível que em portos onde os rebocadores trabalhem ao lado do navio, eles ocasionalmente darão assistência enquanto rebocando com cabo passado, por exemplo, quando pontes estreitas precisam ser passadas ou quando os navios precisam efetuar uma docagem. Trocar o método de assistência pode ser necessário nos terminais marítimos, onde o rebocador é afetado pelas ondas. Se o tempo estiver calmo é prática normal auxiliar a embarcação lateralmente, pois pode ser considerado mais seguro rebocar com cabo passado quando o tempo e as condições do mar piorarem a fim de evitar que o cabo de reboque parta e a embarcação perca controle.

De acordo com pesquisas realizadas em 1996 nos métodos de assistência usados nos portos ao redor do mundo, os dois métodos são aplicados, geralmente, da seguinte maneira. Assumindo que dois rebocadores auxiliam a embarcação:

3.1.1.1 Rebocadores atuando ao lado do navio durante aproximação do atracadouro e empurrando ou método “puxa-empurra” enquanto atracando

Este método é, normalmente, usado na maioria dos portos dos EUA, Canadá, Austrália, Malásia, África do Sul e também no grande terminal de oleoduto da Noruega. Enquanto o método usado nestes portos é similar, o tipo de rebocador não é o mesmo. A maneira como os rebocadores são amarrados usando este método depende, principalmente, do tipo do rebocador. Quando usando rebocadores com propulsão unidirecional, eles são amarrados no rebordo da parte de vante ou a ré do navio, geralmente, com um cabo na proa do rebocador no caso de rebocadores ASD ou tratores reversos e, com um cabo na popa do rebocador quando são usados rebocadores tratores.

Nos EUA rebocadores podem ser amarrados ao lado do navio por um, dois ou três cabos, dependendo do tipo de rebocador, da situação local e da assistência requerida. Rebocadores convencionais, normalmente, operam com dois ou três cabos amarrados, embora em alguns casos apenas um cabo seja considerado suficiente, veja a figura 24. O cabo de vante é um cabo de apoio do rebocador que é amarrado no navio. O spring pode vir junto do guindaste de vante através do cunho mais a vante da proa ou poleame. Em outros rebocadores ambos os cabos podem vir de um guindaste. O terceiro cabo, o de popa, é necessário quando o rebocador precisa trabalhar formando determinados ângulos com o navio para prevenir que o rebocador saia da posição quando o navio possuir seguimento a vante ou a ré, ou para compensar o efeito transversal do propulsor do rebocador quando dando máquina a ré.

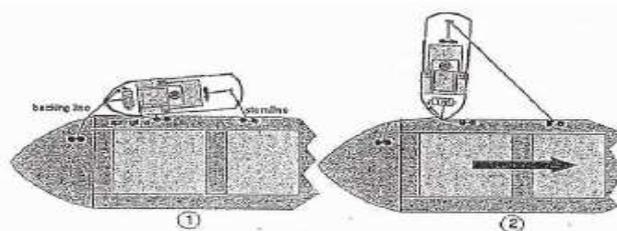


Figura 24 - Rebocador convencional com spring, lançantes de proa e popa. Na situação 2 o navio se movimenta para a ré, caso o navio se movimenta para vante o lançante de popa será passado na bochecha do navio

Devido a melhor manobrabilidade, rebocadores de dois eixos com tubulões móveis, normalmente, operam com poucos cabos quando atuando no casco do navio. Geralmente, um ou dois cabos serão suficientes.

Nos EUA outros métodos são usados pelos rebocadores operando ao lado do navio. Quando rebocando ao lado do navio os rebocadores a vante e a ré são amarrados, solidamente, ao lado da embarcação (figura 25).

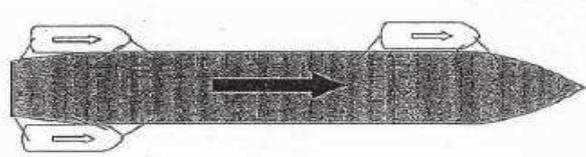


Figura 25 - Reboque ao lado do navio

Este método de reboque é também operado em muitos outros portos do mundo, mas principalmente quando manobrando uma barcaça. Quando um rebocador é amarrado, o rebocador e o navio funcionam como um navio de dois eixos com dois lemes independentes. Reboque ao lado do navio é, também, usado nos portos dos EUA para manobrar um navio sem propulsão, e ocasionalmente aplicado em outros portos, por exemplo, no porto de Cape Town os navios com mais de 100 metros de comprimento são, algumas vezes, manobrados como um navio sem propulsão por um rebocador VS amarrado ao lado do navio (figura 26).

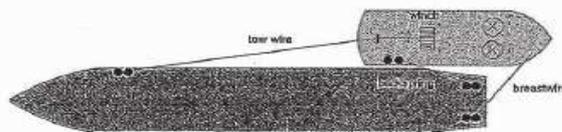


Figura 26 - Reboque ao lado de um navio sem propulsão

Em portos americanos outros métodos são, também, usados que diferenciam dos discutidos acima. Por exemplo, em certas situações os rebocadores podem trabalhar proa com proa com a embarcação. Um navio com seguimento a ré pode ser manobrado com um rebocador puxando a proa do navio. Empurrando na bochecha de bombordo causará um giro para boreste no navio, da mesma forma que empurrando na bochecha de boreste causará um giro para bombordo no navio.

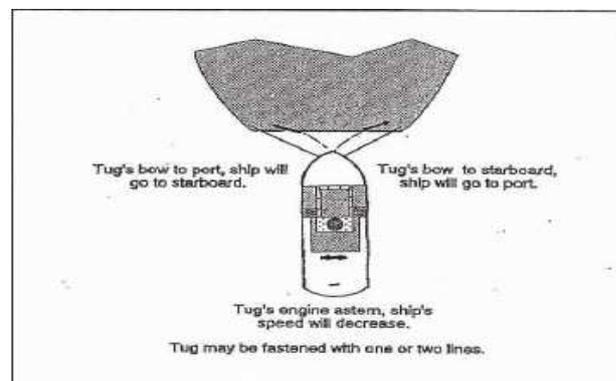


Figura 27 - Rebocador controlando o navio atuando como um leme

3.1.1.2 Rebocadores atuando a vante, ao lado do navio e a ré com cabo passado durante aproximação para atracação

Este método, o qual não se diferencia muito do mencionado acima é, principalmente, encontrado nos portos de Japão, Taiwan e Hong Kong.

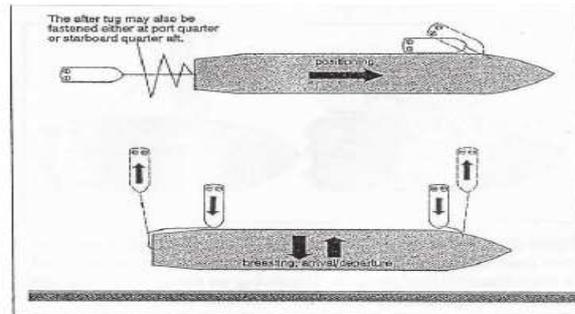


Figura 28 - Ao aproximar, o rebocador de vante atua ao lado do navio e o de ré reboca com cabo passado; usando o método de puxa-empurra enquanto atracando

O rebocador a ré é amarrado com um cabo passado na proa do rebocador em direção a meia nau ou alheta de bombordo ou alheta de boreste do navio. O rebocador de vante é amarrado na bochecha com cabo passado. O rebocador de ré é usado para controle de governo e da velocidade. Durante as manobras de atracação os rebocadores podem mudar para o método de “puxa-empurra”. Os rebocadores nesses portos são todos de mesmo projeto, especialmente construído para este tipo de operação. Eles são rebocadores tratores reversos ou algumas vezes rebocadores ASD, com thruster que operam nos 360° atuando na popa do navio e amarrado com cabo passado no guindaste de vante do rebocador. Para certos tipos de manobras, esses rebocadores precisam auxiliar com cabo passado, por exemplo, quando auxiliando os navios a entrarem em docagem secas ou flutuantes.

Além dos países citados acima este método é aplicado em outros portos ao redor do mundo, seja com rebocadores tratores reversos ou rebocadores tratores. Além do mais, os rebocadores convencionais são, algumas vezes, usados neste método como no caso de alguns portos americanos em que os rebocadores a ré atuam como se fossem um leme. Enquanto atracando estes rebocadores permanecem perto da popa do navio e o empurram para o atracadouro com cabo passado na proa do rebocador.

3.1.1.3 Rebocadores rebocando com cabo passado durante o trânsito para o atracadouro

Este é o método de assistência usado, especificamente, na Europa. Mais frequentes quando os rebocadores convencionais estão auxiliando as embarcações, mas outros tipos de

rebocadores também são usados neste método. Esse método é aplicado em muitos outros portos do mundo, especialmente, em portos onde os rebocadores convencionais atuam. Em muitos desses portos, os navios são auxiliados pelos rebocadores durante o percurso para o atracadouro. A vantagem deste método de assistência é que pode ser usado em águas restritas. Este método é usado quando passando por pontes estreitas ou entrando em comportas ou docagem seca. Em tais situações o rebocador de vante possui dois cabos de reboque que podem vir de um guindaste duplo na proa do navio como pode ser o caso dos rebocadores tratores reversos. O rebocador pode então reagir muito rapidamente e somente um pequeno espaço para a manobra é requisitado

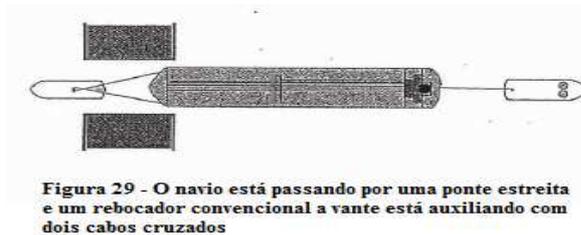


Figura 29 - O navio está passando por uma ponte estreita e um rebocador convencional a vante está auxiliando com dois cabos cruzados

Os tipos de rebocadores usados foram rebocadores convencionais com um pequeno motor e com uma ótima forma hidrodinâmica nas obras vivas. Sendo assim, muito eficaz quando o navio possui pouca velocidade, fazendo uso da massa do rebocador e das forças hidrodinâmicas que agem no casco do rebocador para manobrar o navio. O aumento do tamanho dos navios exigiu a introdução de rebocadores mais potentes. Rebocadores modernos convencionais são mais manobráveis e possuem maior potência motora e, geralmente, um menor comprimento em razão da largura. Esses rebocadores ainda são eficazes quando um navio possui seguimento. Devido a limitações na capacidade dos rebocadores convencionais, novos tipos de rebocadores foram introduzidos como os rebocadores de propulsão azimutal. Os rebocadores VS foram por muitos anos usados para rebocar com cabo passado.

Quando mais de dois rebocadores são usados durante uma atracação, o rebocador de vante e de ré ficarão controlando a velocidade do navio na aproximação do atracadouro através do uso de cabo passado, enquanto os outros rebocadores empurram no costado do navio.

3.1.1.4 Rebocadores rebocando com cabo passado durante aproximação da zona de atracação e “puxando-empurrando” enquanto atracando

Este método de assistência está se tornando de prática comum nos portos onde rebocando com cabo passado é realizado com rebocadores altamente manobráveis tais como: rebocadores tratores, tratores reversos e rebocador ASD. Quanto mais familiar os práticos e

mestres de rebocadores se tornam com a capacidade de manobra desses rebocadores, melhor será a capacidade de manobrar o navio. O método é, por exemplo, praticado na área de Rotterdam e no porto de Göteborg, onde muitos rebocadores tratores, tratores reversos e ASD são usados.

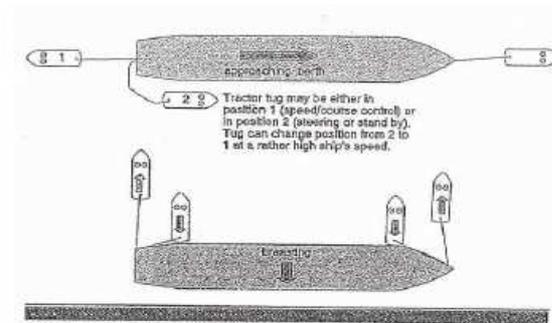


Figura 30 - Rebocando com cabo passado ao aproximar do atracado e empurrando-puxando enquanto atracando

3.2 Relações entre tipo de rebocador e método de auxílio

Como pode ser visto, existe uma relação entre o tipo de rebocador e o método de assistência usado. Um fator essencial é se o rebocador é adequado para operar ao lado do navio, rebocando com cabo passado ou ambos. Na maioria das vezes o rebocador mais adequado nem sempre estará disponível para ser usado.

Nos portos do Japão, Taiwan e Hong Kong existe um método de assistência e, principalmente, um tipo de rebocador. O rebocador trator reverso com seu propulsor unidirecional na popa é bem adequado para operar auxiliando na operação.

Existe um desenvolvimento regular em um tipo particular de rebocador. Por exemplo, vinte anos atrás existiam ainda vários rebocadores VS no porto de Yokohama. Este rebocador foi praticamente substituído pelo rebocador trator reverso.

Na Europa rebocando com cabo passado é, geralmente, usado com rebocadores convencionais, mas agora são usados rebocadores tratores VS. Devido a limitações dos rebocadores convencionais, vários tipos de rebocadores com propulsão unidirecional estão sendo mais usados, resultando na mudança mais flexível do método auxiliado. Esse é o caso em muitos outros portos onde, principalmente, rebocadores convencionais foram usados.

Nos EUA os rebocadores operam ao lado do navio na grande maioria do tempo, e por muitos anos os rebocadores convencionais eram os únicos tipos que podiam ser encontrados. A manobrabilidade limitada e a baixa potência com máquina a ré desses rebocadores é parcialmente compensado com o uso extra de cabo de reboque, instalações de motores com alta potência, propulsores específicos, configurações de lemes e métodos de

assistência específicos. Em muitos portos nos EUA e Canadá existe uma tendência para o uso de rebocadores mais flexíveis como rebocadores tratores reversos e ASD.

Na Austrália, Nova Zelândia e África do Sul os rebocadores portuários operam, principalmente, ao lado do navio. A maioria das frotas dos rebocadores já consiste dos rebocadores unidirecionais e novas construções já compreendem este tipo.

O aumento da variação nos tipos de rebocadores oferece uma oportunidade para selecionar o mais adequado rebocador para um porto, levando em conta portos particulares, métodos existentes de assistência e futuros desenvolvimento nos portos e navios.

3.3 Assistência do rebocador no gelo

3.3.1 Introdução

Durante os meses de inverno, o tráfego de navio em vários portos do mundo é impedido pelo gelo. Portos são mantidos abertos, contanto que possível por icebreakers (navio quebra gelo) para que os navios possam ser atracados. Quando o gelo não for tão espesso, os próprios navios podem quebrá-lo. Em outros casos um icebreaker ou rebocadores são solicitados para quebrar o gelo. Eles não podem remover completamente o gelo do atracadouro, então certos procedimentos precisam ser seguidos para atracar e desatracar. Dependendo do tamanho do navio, força, potência motora, localização do atracadouro e condições do gelo, os navios poderão atracar e desatracar com ou sem assistência do rebocador. Como os rebocadores podem ser usados durante atracação e desatracação no gelo será considerado nesta seção.

Atracando nas condições de gelo é geralmente demorado. Todos os portos possuem seu próprio método de assistência. Os métodos discutidos aqui são baseados em experiências em um dos maiores portos Bálticos, onde a navegação é impedida pelo gelo por vários meses a cada ano. Os métodos usados em outros portos não se diferem muito.

3.3.2 Tipos de navios para manobrar no gelo

Como mencionado antes, os navios podem atracar ou desatracar no gelo com ou sem auxílio do rebocador. Dependerá do tamanho do navio, força, potência motora, localização de atracação e condições do gelo. No que diz respeito ao tamanho do navio, força e potência motora, nem todas as embarcações podem passar, independentemente, pelo gelo devido a sua construção e condição do carregamento. Uma embarcação operando no gelo deverá estar lastrada e compassada (trimmed) de modo que o propulsor e leme estejam completamente

submersos. Se isso não puder ser feito e as lâminas dos propulsores estiverem expostas acima da água ou no nível da superfície, o risco de dano devido aos propulsores atingirem o gelo é largamente aumentado. Há embarcações que podem sofrer avarias em seus propulsores e ou lemes, quando estiverem com seguimento a ré, devendo ser lastradas ou compassadas, o necessário para submergir seu propulsor e leme, caso contrário, necessitam de auxílio de rebocador.

No que diz respeito ao procedimento de atracação, os navios podem ser divididos em dois grupos principais:

- Navios que podem atracar com suas máquinas em marcha lentas com um cabo de spring, sem danificar ou partir, por exemplo, embarcações pequenas e navios com propulsores de passo controlado.
- Navios com grandes motores, alta potência e propulsão com um mínimo de revolução, não conseguem trabalhar com marcha lenta sem partir o cabo, mesmo que dois cabos sejam usados.

3.3.3 Preparação antes de atracar e desatracar

Antes de atracar, um atracadouro deve ser preparado por um icebreaker ou por rebocadores quando o gelo estiver muito espesso para a atracação. O gelo deve ser quebrado perto do atracadouro e uma rota em direção a zona de atracação deve ser feita. Antes de desatracar, o gelo deve ser quebrado em volta do navio e uma rota de partida deve ser criada.

3.3.4 Rebocadores e assistência

Os navios manobrados por rebocadores nas condições de gelo dependem grandemente de rebocadores adaptados para trabalhar nesta condição. Aqueles com propulsores envoltos por tubulão possuem uma capacidade limitada, pois quando dão máquina a ré o tubulão, imediatamente, se enche de gelo. Mesmo com máquina a vante o tubulão pode se encher de gelo. Quando isto acontece o rebocador deverá parar imediatamente e limpar o tubulão invertendo a máquina do propulsor. Os rebocadores não devem rebocar com cabo passado. O navio assistido não deve reagir rapidamente e / ou parar sua máquina para evitar uma colisão ou problema pior.

Rebocar com cabo passado somente é aceito quando o navio estiver se movendo com baixa velocidade controlada em um percurso reto ou quando fazendo pequenas curvas em um canal ou rio, durante operação de atracação e desatracação. A assistência nas condições de gelo durante a chegada e saída é, então, realizada principalmente empurrando e inclui quebrar

o gelo e varrer o gelo entre o navio e o atracadouro. Sem a ajuda de rebocadores é, quase que, impossível na maioria dos casos remover o gelo entre o navio e a zona de atracação.

Os rebocadores mais confiáveis nas condições de gelo são, normalmente, rebocadores convencionais reforçados para o gelo com propulsores abertos. Rebocadores com dois eixos são preferidos, por causa de suas melhores propriedades de manobra.

Baseado em experiências obtidas nos maiores portos que possuem gelo, os seguintes tipos de rebocadores não são adequados para o serviço no gelo:

- Rebocadores VS; e
- Rebocadores com propulsores envolvidos por tubulão.

Além disso, muitos ensaios foram realizados em 1984 na Finlândia com dois tipos de rebocadores, um equipado com um propulsor aberto e o outro com um tubulão móvel, para investigar suas performances nas condições de gelo. Durante vinte horas de teste o tubulão do rebocador foi bloqueado (obstruído) doze vezes e a cada vez o rebocador teve que para e inverter a máquina.

3.3.5 Atracando no gelo

Para atracar, deve-se aproximar o navio com um pequeno ângulo na região de atracação. Assim que o spring de vante estiver amarrado, as máquinas deverão ser colocadas em marcha lenta. A revolução do propulsor ou o passo do propulsor deve ser aumentado gradualmente, apenas evitando quebrar o spring. É melhor dobrar o spring e o leme deve ser usado para girar a popa para dentro e para fora do lado do cais, a fim de quebrar o gelo. O fluxo de água causado pelo propulsor forçará o gelo sair entre o navio e o cais e levará para longe da popa do navio. O motor deve estar em funcionamento até que o propulsor tenha varrido todo gelo. O navio pode, então, ser atracado. No caso de um gelo denso e espesso a assistência de rebocadores é requisitada.

Em alguns casos a localização do atracadouro permite que o navio se aproxime paralelamente ao cais (figura 31). Neste caso o gelo pode ser afastado da proa. Cuidados devem ser tomados para evitar que o gelo fique entre o navio e o cais. Caso seja necessário movimentar o navio para vante e para ré, algumas vezes, a fim de remover o gelo. Isto pode ser feito, apenas, no caso de ser um gelo novo ou fraco.

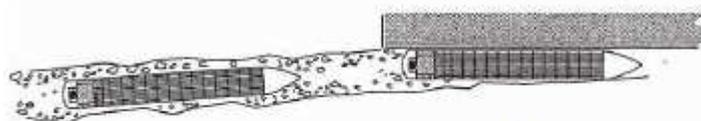


Figura 31 - O navio se aproxima da zona de atracação paralelamente ao cais. O gelo é empurrado pela proa

Algumas vezes, aproximando paralelamente do cais não pode ser possível, devido a presença de uma densa camada de gelo estar no caminho do navio. Outro método deve, então, ser adotado tal como: o uso de rebocadores. Vários procedimentos para o uso de rebocadores no gelo durante uma aproximação em direção a um atracadouro são, agora, considerados, enquanto atracando ou desatracando.

Em geral, enquanto se aproximando de uma zona de atracação com gelo, a proa do navio deve ser mantida tão próxima quanto possível do atracadouro, com a assistência de um rebocador empurrando a sua proa (figura 32, A e B). O gelo entre a proa e o cais tenderá a empurrar a proa de lado. Após o spring de vante tiver sido lançado, o rebocador pode quebrar o gelo do lado de fora do navio e, então, arrastar o gelo para fora entre o navio e o cais. (figura 32, C e D). O navio pode girar a popa para dentro e para fora pela ação do leme e usar a máquina, como explicado anteriormente.

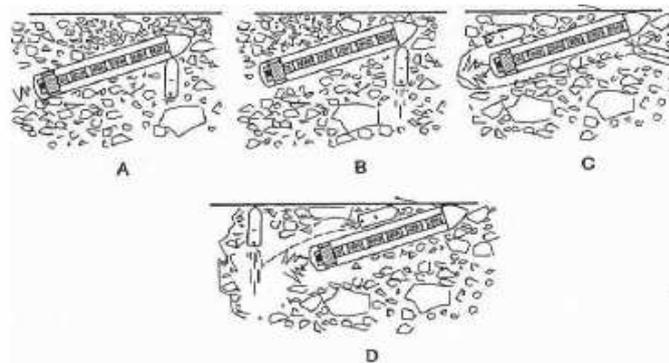


Figura 32 - Rebocador auxiliando no gelo durante aproximação da zona de atracação e enquanto atracando

Varrendo o gelo ao redor da proa do navio pode, também, ser feito efetivamente usando um rebocador a vante do navio (figura 33). Com a sua popa direcionada em direção a proa do navio, o rebocador pode varrer o gelo ao colocar a máquina a vante. Neste caso, o navio não deve passar nenhum lançante de proa, o qual prejudicaria o rebocador de atuar dessa forma.

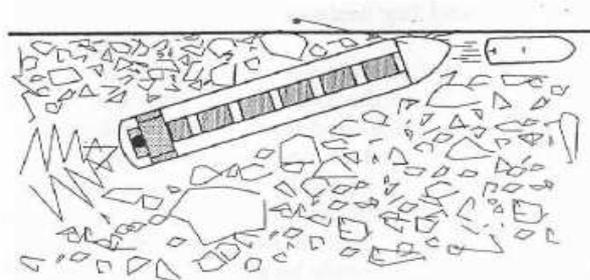


Figura 33 - Rebocador varrendo o gelo entre o navio e o cais

Já que o gelo na proa é, geralmente, comprimido pela proa e cais, ao desatracar o navio terá muita dificuldade. Bons resultados podem ser atingidos quando houver 20-30 metros de atracadouro livre na proa do navio. O navio deve aproximar do atracadouro a vante da posição planejada (posição 1, figura 34). O navio irá quebrar e varrer o gelo que está situado entre o navio e o cais. O navio pode mover-se para ré, enquanto o rebocador estiver empurrando, constantemente, a proa em direção ao cais.

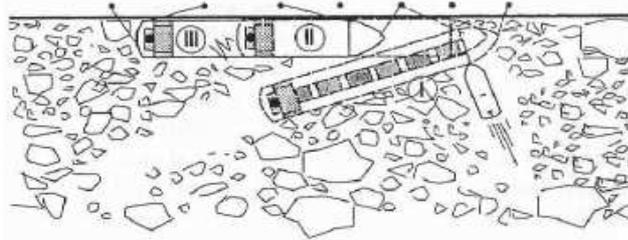


Figura 34 - Atracando no gelo quando apenas 30 metros de berço estiverem disponíveis na frente da proa do navio

Um bow thruster pode ser muito eficiente em varrer o gelo (figura 35). Um navio deve aproximar do cais com um determinado ângulo. Depois que o spring e o lançante de proa estiverem em terra, a popa será afastada do cais pelo uso do leme e da sua máquina. O bow thruster deve, então, ser ligado a fim de afastar a proa do cais para criar um fluxo de água entre o navio e o cais. O navio deve ser mantido no atracadouro pelos cabos do navio e com um rebocador empurrando. O fluxo de água varrerá o gelo entre o navio e o cais.

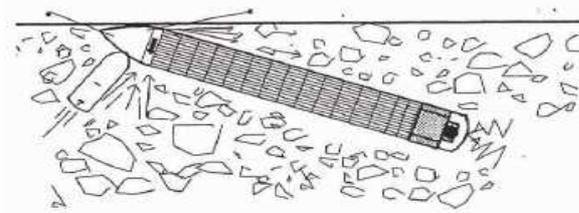


Figura 35 - Combinação do rebocador e bow thruster enquanto atracando

Outro método, com bom resultado, é mover o navio a ré em direção ao atracadouro para atracar a boreste (figura 36). Depois de aproximar do cais com um pequeno ângulo e amarrar o spring de popa, deve-se dar máquina a ré. A corrente do propulsor é normalmente muito forte e, moverá o gelo rapidamente entre o navio e o cais na direção da proa. A proa deve-se movimentar para dentro e para fora por um rebocador ou bow thruster. Este método é usado e adequado para grandes embarcações, pois a potência da máquina a ré é menor do que a máquina a vante, portanto, a tensão no spring será menor.

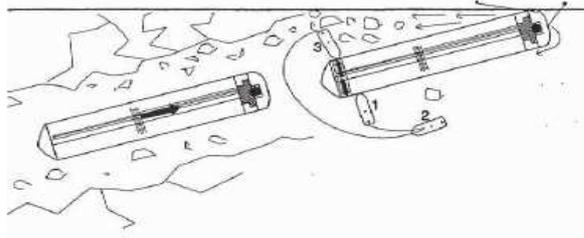


Figura 36 - Bons resultados são obtidos na atracação no gelo quando aproximando do berço com máquina a ré e atracando por boreste

Os procedimentos de atracação dos quais o navio usa sua máquina e spring não são adequados para navios com grandes motores e alta potência e/ou alta potência com máquina lenta. Todas as operações no gelo com estes navios são, normalmente, realizados com rebocadores.

Após aproximar-se do cais com um pequeno ângulo, um spring e lançante de proa são lançados a vante do navio (figura 37). Um rebocador a ré atuando com cabo passado é usado para afastar a popa do cais e um segundo rebocador é usado para empurrar a popa em direção ao cais. Este rebocador, também, limpará o gelo. A descarga do propulsor não é usada, portanto, a atracação levará muito tempo.

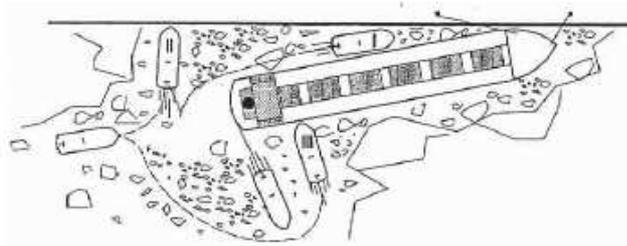


Figura 37 - Assistência pelo rebocador quando atracando o navio no gelo

Em alguns casos, quando possível, é melhor se aproximar do cais de ré com um rebocador na popa com cabo passado (figura 38). Dando pequenos “trancos a vante” com o propulsor do navio para parar a embarcação, o gelo será empurrado do cais na direção do movimento do navio.

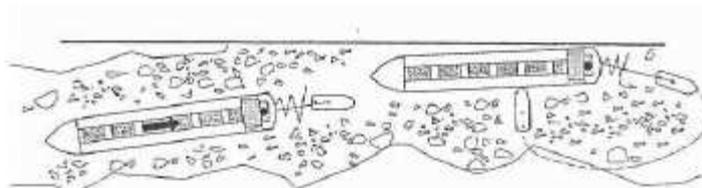


Figura 38 - Navio aproximando de popa do berço.

Com navios grandes, bons resultados na remoção do gelo entre o navio e o cais são, algumas vezes, obtidos com dois rebocadores trabalhando proa com proa. Estes dois rebocadores se movimentam juntos para frente e para trás entre o navio e o cais, a fim de retirar o gelo do caminho. A segurança desses rebocadores é provida, por um adicional de três

rebocadores mantendo o navio na posição como mostrado na figura 39. Obviamente, um grande número de rebocadores é requisitado neste caso.

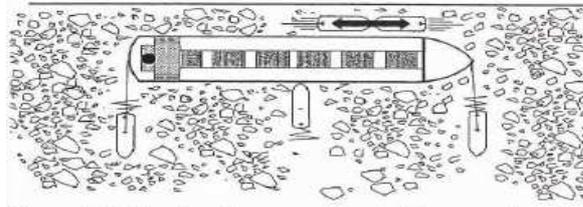


Figura 39 - Dois rebocadores proa com proa limpam o gelo entre o navio e o berço, enquanto outros rebocadores mantêm o navio na posição

3.3.6 Desatracando no gelo

Antes de desatracar, os rebocadores devem quebrar o gelo ao redor do navio, numa área de 20-40 metros de distância da proa e popa.

Algumas embarcações podem ser retiradas do atracadouro pela popa, com o auxílio de um rebocador puxando com cabo passado (figura 40). Na proa, o gelo entre a proa e o cais prevenirá que o navio se aproxime perto de mais do cais. Além disso, o rebocador na popa espalhará o gelo entre o navio e o cais, o qual novamente prevenirá o navio de se aproximar do cais quando movimentando a ré.

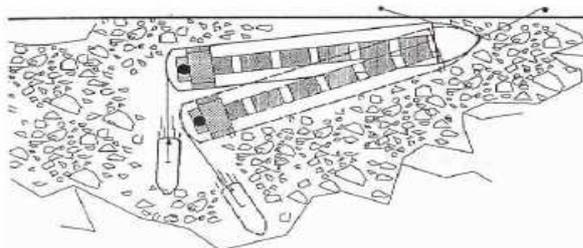


Figura 40 - Navio de médio porte desatracando. Antes de partir os rebocadores têm que quebrar o gelo ao redor do navio numa distância de 20 a 40 metros da proa e popa

Algumas vezes será necessário desatracar a proa do navio primeiramente (figura 41). Um segundo rebocador pode, então, ser solicitado para quebrar o gelo na região da popa prevenindo que a mesma se aproxime muito do cais. Algumas vezes, um terceiro rebocador pode ser solicitado para auxiliar a quebra de gelo do outro lado do navio.

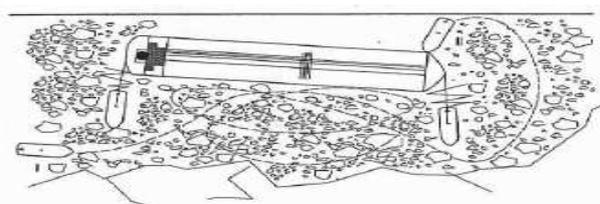


Figura 41 - Desatracando a proa primeiramente. Um rebocador é requerido quando o gelo perto da popa precisar ser quebrado. Algumas vezes, um terceiro rebocador pode ser solicitado para quebrar o gelo ao lado do navio

Quando um navio que está de partida necessita realizar um giro para desatracar, isto pode ser feito numa área ou canal preparado no gelo. Esta área ou canal deve ser preparada por rebocadores ou icebreakers antes do navio partir. Os rebocadores manobrando o navio podem auxiliar no giro e na quebra do gelo quando necessário.

3.3.7 Segurança dos rebocadores no gelo

Os rebocadores correm um grande risco quando rebocando com cabo passado em um canal com gelo. Como mencionado anteriormente, quando o rebocador precisar parar a sua máquina devido o bloqueio de gelo no tubulão, o navio terá que parar imediatamente. O navio assistido deve, portanto, sempre usar suas máquinas com o maior cuidado possível. Mesmo quando a segurança do rebocador estiver arriscada. É por isso que o método mais seguro de mover um navio é a ré (figura 42). Os motores devem a qualquer momento estarem prontos para seguir a vante. Quando necessário, o navio será parado imediatamente.

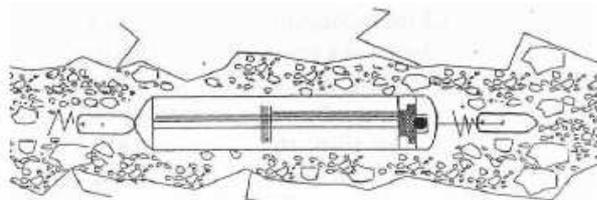


Figura 42 - Um canal no gelo é preparado por um navio quebra gelo ou por rebocadores potentes. É mais seguro um navio se mover de popa no gelo

CONCLUSÃO

O texto da monografia expõe os diferentes tipos de rebocadores mais utilizados em todo o mundo. Com isso, observam-se diferentes maneiras que esses rebocadores podem atuar na manobra com o navio.

Conclui-se através da pesquisa que os rebocadores que possuem maior manobrabilidade são os rebocadores tratores, tratores reversos e ASD, portanto os mais indicados para auxiliar as embarcações com cabo passado e método puxa-empurra.

Quanto aos portos brasileiros, estes não possuem o tipo que lhes sejam efetivamente adequados a efetuar as manobras. Logo, comandantes, práticos e mestres de rebocadores terão que usar o tipo de rebocador que estiverem disponíveis nos portos. No caso do Brasil, são aproveitados na maioria dos portos os rebocadores de 1 e 2 eixos em substituição aos rebocadores tratores, tratores reversos e ASD de total confiança para proceder as manobras. Porém, os rebocadores convencionais de 1 e 2 eixos utilizados no Brasil oferecem relativa segurança as manobras

BIBLIOGRAFIA

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

2 - HENSEN, Capt. Henk. *Tug use in Port, a Pratical Guide*. 2 ed., Rotterdam: The Nautical Institute, 2003.