



REBOCADORES, OS MELHORES AMIGOS DO NAUTA

Asp Rhuan Toledo Gurgel

Que navegar, além de ciência, é uma arte, todos os bons nautas já sabem. Segundo o livro, ou melhor, a “bíblia dos marítimos”, “Navegação: a Ciência e Arte”, eis aqui a definição universal: “*Navegação é a ciência e a arte de conduzir, com segurança, um navio (ou embarcação) de um ponto a outro da superfície da terra*”.

Dentre os tipos de navegação que existem (costeira, oceânica e em águas restritas), destaca-se a navegação em águas restritas, uma vez que esta é a que exige maior precisão. Essa navegação é executada em

condições nas quais a manobrabilidade do navio fica comprometida devido à topografia submarina e a heterogeneidade da costa.

Em meio a esse contexto da navegação em águas restritas, surge um ator que vem protagonizando essa arte desde o advento da propulsão a vapor – O rebocador.

Entretanto, a forma como o rebocador é empregado transcende em muito o ato de “conduzir de um ponto a outro”. Ele e os profissionais que nele trabalham auxiliam outros navios ou barcasas em suas manobras nas zonas portuárias e nos canais de acesso aos portos.

Navios muitas vezes o seu tamanho e que são puxados, empurrados, girados e rebocados em manobras delicadas de atracação e desatracação. Além disso, eles também podem ser utilizados para desencilhar embarcações e socorrer navios que sofreram graves avarias em alto-mar, rebocando-os para uma área segura.

A Marinha do Brasil mantém atualmente rebocadores de alto-mar, que operam no SALVAMAR Brasil – o serviço de busca e salvamento da Marinha em todo Brasil –, e também possui rebocadores portuários, que auxiliam as manobras de seus navios nas suas bases e em portos do Brasil inteiro.

Em face a essa vasta aplicabilidade, e dada sua relevância no que tange à consideração do nível de desenvolvimento e eficiência de um porto, as indústrias navais em todo o mundo têm dado notável e crescente relevância a projetos cada vez mais arrojados, potentes e, principalmente, mais seguros desses meios navais, que tanto auxiliam o nauta e contribuem sobremaneira para a salvaguarda da vida humana no mar.

Meu objetivo neste artigo é apresentar esta magnífica embarcação, descrever suas variações e os tipos de fainas em que se envolve, a fim de concluir o quão significativo o rebocador é no sentido estratégico, econômico e ambiental, e quais são as perspectivas futuras do Brasil para se emparelhar com as potências mundiais.

VISÃO GERAL DO REBOCADOR

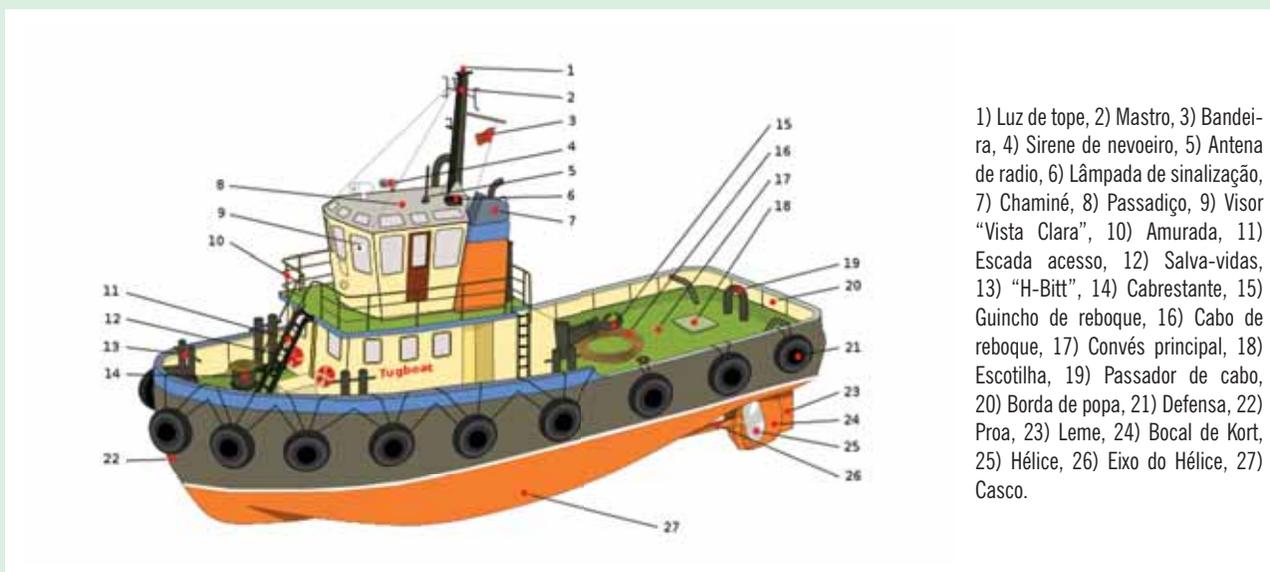
Os rebocadores são caracterizados por serem navios com elevada potência, excelente capacidade de manobra e pequeno tamanho. Existem também rebocadores de maior porte, que apoiam plataformas petrolíferas de diversas formas a longas distâncias da costa.

Como esse tipo de navio prima pela manobrabilidade, seus projetistas sempre exploraram ao máximo as inovações tecnológicas ligadas à propulsão direcional. Para entendermos melhor os diferentes tipos de rebocadores e como se deram esses avanços até a configuração mais moderna, farei uma sucinta apresentação cronológica desse segmento da indústria naval.

RbAM Tritão (R-21) - Rebocador de Alto-Mar



▮ PARTES PRINCIPAIS DE UM REBOCADOR CONVENCIONAL:



- 1) Luz de topo, 2) Mastro, 3) Bandeira, 4) Sirene de nevoeiro, 5) Antena de rádio, 6) Lâmpada de sinalização, 7) Chaminé, 8) Passadiço, 9) Visor "Vista Clara", 10) Amurada, 11) Escada acesso, 12) Salva-vidas, 13) "H-Bitt", 14) Cabrestante, 15) Guincho de reboque, 16) Cabo de reboque, 17) Convés principal, 18) Escotilha, 19) Passador de cabo, 20) Borda de popa, 21) Defesa, 22) Proa, 23) Leme, 24) Bocal de Kort, 25) Hélice, 26) Eixo do Hélice, 27) Casco.

RESENHA HISTÓRICA DA PROPULSÃO DIRECIONAL

Os rebocadores mais antigos, com propulsão a vapor, eram dotados de rodas de pás, mas estes logo foram substituídos por rebocadores com hélices convencionais. Mais tarde, bocais de Kort foram adicionados em torno dos hélices para aumentar o rendimento dos mesmos. Com o sucesso dos Bocais de Kort, surgiu o leme-bocal, que omitiu temporariamente a necessidade de lemes convencionais nos rebocadores.

Posteriormente, combinados com hélices azimutais, os bocais de Kort deram origem ao que hoje conhecemos como *bow thruster* e *stern thruster*, que foram inteligentemente trazidos para navios de guerra e outros navios mercantes.

Antes da Segunda Guerra Mundial foi criado o hélice cicloidal (sistema Voith Schneider¹ ou VSP), mas foi pouco usado nos rebocadores por não ser de fácil instalação. Depois da Segunda Guerra Mundial, ele foi associado à segurança devido ao desenvolvimento do Rebocador *Voith*, que possui livre movimentação.

Na década de 1950, foi criada a propulsão azimutal (ou *z-drive*). Embora mais simples e menos mano-

brável que o cicloidal, o sistema de propulsão azimutal se espalhou mais rápido por ser mais barato a curto prazo. É conhecido às vezes como sistema de *Schottel*, porém existem vários tipos: *Schottel*, *Z-Peller*, *Duckpeller*, *Thrustmaster*, *Ulstein*, *Wärtsilä*, etc.

Esses sistemas de propulsão são usados nos rebocadores projetados para as tarefas mais diversas, eles influenciam diretamente no desenho, tamanho, potência, aplicação e até no método de reboque.

O FATOR DIFERENCIAL – BOLLARD PULL

Além da potência instalada (de propulsão), outro fator é conjugado pelos motores do rebocador – o *Bollard Pull* (ou tração estática longitudinal). Essa tração estática determina a tonelagem máxima do navio que o rebocador pode rebocar e, conseqüentemente, em qual tipo de faina o rebocador será empregado.

O *Bollard Pull* é a propulsão teórica, medida em toneladas, atingida a uma velocidade zero de avanço e plena RPM do motor; com ele se pode fazer a comparação entre rebocadores no que se refere à sua força de tração.

É um conceito acadêmico e um tanto quanto abstrato, visto que não pode ser obtido na prática por dois motivos: enquanto os hélices giram, estes alteram a velocidade da água, assim sendo, não veem a água em uma velocidade zero; o outro motivo é que, em velocidades de reboque, os motores não conseguem atingir a plena RPM devido a uma relação RPM x torque de diminuição.

¹ É um sistema de lâminas, como se fossem as pás de uma batedeira gigante no fundo do casco, baseado no princípio das nadadeiras de um golfinho, que se desloca em qualquer direção com uma variação mínima de movimentos. Esse sistema os impede de trabalhar em águas rasas, exige que os rebocadores sejam grandes e tenham motores muito potentes, com bollard pull na faixa de 75 a 150 ton.

Por ser um conceito teórico, não é reconhecido em alguns países, originando graves embaraços aos navios rebocados e aos próprios rebocadores, pois o conhecimento da potência instalada não é suficiente para dar ideia da força de tração possível de ser desenvolvida.

No Brasil, a NORMAM-08 da Diretoria de Portos e Costas estabelece claramente as condições de operação e medição de índice do *bollard pull* dos rebocadores.

TIPOS DE REBOCADORES – REALIMENTAÇÃO DAS INOVAÇÕES DA INDÚSTRIA NAVAL

Com as inovações da propulsão direcional, vários implementos puderam ser agregados aos rebocadores e, cada vez mais, os projetistas mesclam diferentes características para realizar as mais variadas operações, o que torna difícil a distinção do tipo do rebocador.

Existem três tipos básicos de rebocadores:

- **Rebocador de propulsão convencional** – É o rebocador mais comum, tem relativamente pouca manobrabilidade, possui eixos fixos, hélices que podem ser de passo variável e um ou dois lemes.
- **Rebocador de Propulsão Azimutal** – Pode girar 360° em seu eixo e pode rebocar em qualquer direção, graças aos eixos direcionais. É amplamente usado por ser fácil de manobrar e por possuir motor econômico, potente e com ótimo *bollard pull*.
- **Rebocador Voith ou de Propulsão Cicloidial** – Utiliza o sistema *Voith Schneider*, é o mais poderoso

que existe. Tem a mais ampla manobrabilidade, podendo se deslocar e rebocar em qualquer direção independentemente da direção da proa.

O eixo direcional ou lâmina de *Voith* podem ser instalados mais próximos à proa, para mover o ponto de tração para a popa e melhorar o desempenho em fainas de puxar. A essa variação se dá o nome de Rebocador Trator.

Há ainda rebocadores de alto-mar que são projetados para enfrentar o mar aberto, fazer travessias oceânicas, rebocar entre continentes. Possuem grande autonomia e capacidade para armazenar grandes quantidades de combustível e água².

Um rebocador especial de alto-mar é o AHTS (*Anchor Handling Tug Supply*), que trabalha basicamente com plataformas, tanto levando suprimentos, quanto rebocando para as zonas oceânicas estabelecidas e as fundeando nesses locais. Além de fazer o reboque *offshore*, movimenta os ferros das plataformas e as abastece se necessário. Sua potência instalada vai de 10.000 a 33.000 HP e o *bollard pull* da faixa de 120 ton, chegando até incríveis³ 320 ton.

² Os rebocadores de alto-mar da Marinha do Brasil podem, inclusive, ser usados como navios-tanque; os mesmos aprimoram constantemente seu adestramento em exercícios de fainas de abastecimento em alto-mar.

³ Os navios mais potentes da MB, os rebocadores de alto-mar Almirante Guilhem e Almirante Guilhobel, possuem *bollard pull* da ordem de 84 ton, estando habilitados a rebocar o NAE São Paulo.



RbAM Triunfo (R-23)



RbAM Almirante Guillobel (R-25)



RbAM Almirante Guilhem - (R-24)

A ARTE NA PRÁTICA – OS TIPOS DE REBOQUE

Poucas vezes, no meio náutico, vemos trabalhos tão marinheiros quanto é uma faina de reboque ou uso de rebocadores em atracação e desatracação de grandes navios. São uma verdadeira engenhosidade naval, os métodos de engajamento, aplicação de força e precisão, que são primordiais para se lograr êxito nas mesmas.

Basicamente, quanto ao método de engajamento, o reboque pode se dar de duas maneiras:

- **Reboque pela popa** – O cabo de reboque é conectado ao guincho na popa do rebocador para puxar o navio ou plataforma, é indicado quando a embarcação rebocada é bem maior que o rebocador.
- **Reboque a par** – O rebocador se prende a contrabordo da embarcação rebocada. É utilizado quando a embarcação e o rebocador têm o mesmo tamanho, proporciona grande manobrabilidade, principalmente se feita por rebocadores azimutais ou de *Voith*.

E quanto à técnica utilizada para o emprego da força de tração, pode ser de quatro maneiras:

- **Direto** – A força de tração é aplicada diretamente no cabo de reboque para arrastar o navio ou cortar segmento. É usado em vias estreitas para dar mais “água no leme” do navio rebocado em baixas velocidades.
- **Indireto** – A tração aplicada é uma resultante das forças em função do ângulo de reboque, formato da carenagem e ângulo do casco do rebocador com a corrente e velocidade da corrente, pode chegar a até duas vezes e meia o índice de *bollard pull* do rebocador.
- **Indireto Forçado** – É uma recente evolução do Reboque Indireto; entretanto, é feito com ângulos maio-

res⁴. Testes⁵ comprovaram que, na faixa de velocidade de 3 a 7 nós, o Indireto Forçado cria forças de tração maiores e as manobras são mais rápidas que no Reboque Indireto.

- **Captura Transversal** – Só pode ser feita pelos rebocadores com propulsão azimutal. É usada para cortar segmento dos navios com os propulsores voltados no sentido transversal. Em alguns testes⁵ foi comprovada uma força de tração até uma vez e meia maior que o índice de *bollard pull* do rebocador.

ASPECTOS ESTRATÉGICOS – VISÃO MACROECONÔMICA

Os complexos portuários são entrepostos de ligação entre os modais de transporte terrestre e marítimo. Com o desenvolvimento de várias regiões do Brasil, torna-se vital a ampliação da capacidade de nossos portos e terminais, até por este ser um dos requisitos para competitividade e projeção internacional. Nessas circunstâncias destaca-se a questão do atendimento das embarcações por parte dos rebocadores.

As operações com rebocadores influenciam diretamente na permanência de um navio no porto, bem como no tamanho da fila de espera para atracação e desatracação. Esse tempo ocioso dos navios, além dificultar o escoamento da produção, implica custos que serão fatalmente repassados aos clientes, dificultando a concorrência dos produtos nacionais nos mercados globais.

⁴ Cerca de 45° com a linha central do navio e 30° com a corrente, no Indireto, até 90° da linha central do navio e 70° com a corrente, no Indireto Forçado.

⁵ Testes oriundos de pesquisas e troca de experiências em vários portos do mundo, de acordo com o artigo do CLC Gregory Brooks e do CLC S. Wallace Slough no blog “Towing Solutions”.

O controle da ociosidade dos navios tem que ser feito com base em uma análise de regressão, isto é, a partir de dados históricos de entradas de navios em diversos anos, pode-se projetar entradas de navios em datas futuras para dimensionar uma frota ideal de rebocadores.

As condições dos portos, quando ideais, extrapolam nossas fronteiras, como, por exemplo, o Porto de Rio Grande, que, por causa de sua infraestrutura e capacidade de escoamento, exerce uma área de influência compreendida pelos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, o Uruguai, o sul do Paraguai e o norte da Argentina.

Como se pode observar, o desenvolvimento do desempenho operacional dos portos é um fator estratégico para o crescimento econômico. Entre as melhorias que aperfeiçoam a eficiência do sistema portuário, destaca-se a ampliação da frota e/ou a substituição de rebocadores convencionais por rebocadores mais ágeis e potentes, quais sejam os azimutais e os cicloidais, para que se possa alcançar uma estrutura de custos adequada e um nível de atendimento satisfatório.

ASPECTOS OPERACIONAIS – VISÃO MICROECONÔMICA

Além dos elementos supracitados, o aumento da eficiência de um porto sobrevém da capacidade de receber os atuais “mega carriers”, que não depende somente de rebocadores potentes para manobrá-los, mas também de canais viáveis para seus grandes calados.

De acordo com o diretor-executivo da Praticagem de Santos, Paulo Barbosa, são necessários mais equipamentos e de maior potência em razão da simultaneidade de manobras, do aumento das embarcações que trafegam no Porto de Santos, mas, principalmente, por causa das operações de dragagem de aprofundamento, que necessitam de rebocadores muito potentes.

Como essas tarefas são fundamentais, a necessidade de realizá-las faz com que, na carência de uma frota nacional modernizada e adequada, abra-se espaço para atuação de empresas estrangeiras. Isso implica deixarmos de obter divisas com a prestação desses serviços e aumentar os gastos com o afretamento dos mesmos.

A situação fica mais crítica quando o assunto é o apoio às plataformas *offshore*. Além do afretamento dos AHTS's, também os SV's (*supply vessel*) e os PSV's (*platform supply vessel*) são em grande parte controlados por

empresas estrangeiras, o que onera bastante a exploração de petróleo. A prestação de serviços de navegação marítima e apoio offshore pelos AHTS's é um baluarte no que tange à exploração petrolífera em águas profundas, pois presta o necessário e vital apoio às longínquas plataformas nas zonas oceânicas de exploração de petróleo.

Recentemente o governo brasileiro anunciou a liberação de verba para a revitalização de portos, tendo em vista a preparação para a Copa do Mundo de 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016. Vale ressaltar que nesse período o Brasil será uma grande rota de turismo internacional, e o atendimento aos grandes Transatlânticos requer peculiar minuciosidade por parte das manobras com rebocadores, uma vez que os passageiros não toleram solavancos de choques em manobras imprecisas.

Em suma, não basta a ampliação da frota, o enfoque qualitativo das operações é inegável. São necessários rebocadores adequados para fazerem as manobras apropriadas, e em número que se possa solver a multiplicidade das solicitações de reboque, aprimorando o processo de planejamento da demanda, minimizando os custos logísticos, os custos de estoque e aumentando o nível de serviço oferecido.



SEGURANÇA NO MAR E MEIO-AMBIENTE – A PREOCUPAÇÃO DO SÉCULO XXI

A escolha do(s) rebocador (es) para atender um navio é feita por um técnico da praticagem em função da magnitude do navio, da corrente de maré, do vento e do calado, pois estes são fatores preponderantes no emprego dos rebocadores na questão de garantia da segurança. Entretanto, a decisão final é conjunta entre o prático e o comandante do navio, pois ele tem que estar convicto das condições satisfatórias de segurança da navegação.

É justamente nesse aspecto que rebocadores modernos se fazem tão necessários. Sua imprescindibilidade nas manobras portuárias fica ainda mais evidente quando nos deparamos com as estatísticas.

Além dos altíssimos custos materiais e dos impagáveis custos de vidas humanas, outro grande problema são os riscos ambientais, que implicam elevados prejuízos (multas e materiais), e a natureza leva anos se recuperar. Imagina o quão mal iria repercutir um grande vazamento de petróleo, ainda mais se constasse nos laudos que o motivo foi a falta de infraestrutura e segurança nas manobras do porto.

De todas as medidas a serem tomadas para evitar sinistros, o uso de rebocadores adequados em conjunto com a praticagem é o que mais reduz o risco de algum sinistro.

Rebocadores adequados podem (e são) usados para evitar esses tipos de acidentes, seja para cortar segmento de um grande navio desgovernado ou para fazer uma aproximação com precisão cirúrgica em um porto ou terminal. Com o grande número de superpetroleiros trafegando em nossa costa, dá para se ter uma ideia de como os rebocadores devem ser potentes. Abaixo, uma tabela mostra as trações de que um navio tão grande necessita para executar determinadas manobras, entenda-se como tais o equivalente que o rebocador tem que ser capaz de desenvolver para controlar um navio desses em uma situação de emergência:

Velocidade do Petroleiro	Ângulo de leme em um navio com 100.000 dwt		Ângulo de leme em um Navio com 200.000 dwt	
	15 °	25 °	15 °	25 °
6 nós	30 ton	45 ton	50 ton	60 ton
8 nós	55 ton	75 ton	85 ton	115 ton
10 nós	85 ton	120 ton	130 ton	185 ton
12 nós	120 ton	175 ton	190 ton	260 ton

Referência do livro “Tug use in port” do CLC Henk Hansen e estudos no “Sture Crude Oil Terminal”, Noruega.

Os rebocadores de *Voith* são os mais indicados para esta função de “guarda-porto” pela livre manobrabilidade e alto índice de *bollard pull*; entretanto, por limitações físicas, eles não podem transitar em águas rasas, sendo então necessários rebocadores azimutais nas áreas mais próximas aos terminais portuários.

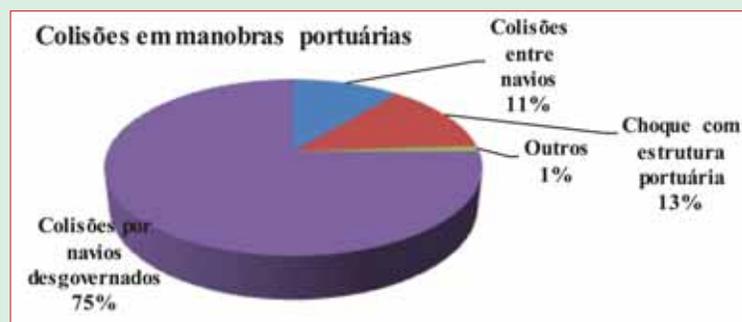
PERSPECTIVAS

Com a degradação da indústria naval brasileira e a Marinha Mercante dizimada, em consequência de um atraso tecnológico de quase 20 anos, não tínhamos mais, em nossos portos, rebocadores seguros e confiáveis para atender os grandes e modernos navios cargueiros que ora demandavam nossa costa. Muitos rebocadores eram novos, porém já foram construídos obsoletos e com baixa potência. Apesar de ter amargado décadas de “águas paradas”, a indústria naval brasileira, impulsionada pelo setor petrolífero e por empresas que começam a apostar no potencial logístico do transporte marítimo, está passando por uma boa fase.

A situação começou a mudar em meados dos anos 90, quando a própria indústria marítima começou a reagir. Os rebocadores começaram a ficar mais potentes, rápidos, com sistemas integrados de gerenciamento e instrumentos de navegação modernos.

A atual conjuntura é animadora. Dados do Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e *Offshore* (Sinaval) mostram que a Construção Naval brasileira está a todo vapor. A frota nacional de navios está sendo duplicada. A carteira brasileira de encomendas hoje é estimada em 82 navios, e aumenta para 338 se forem incluídas as aquisições de petroleiros, navios de apoio a plataformas de produção de petróleo, navios sondas, plataformas de petróleo e outros tipos de embarcações já anunciadas pela Petrobras.

Ao redor da indústria naval, está uma forte cadeia de fornecedores, que alimenta os 151 estaleiros em ativi-



de no País e aposta em tecnologia e soluções que proporcionem alto desempenho com economia ao cliente.

Além das encomendas da Petrobras, a Vale, visando a garantir a segurança e competitividade na ampliação das suas operações portuárias e marítimas, fechou um pedido de onze rebocadores para o Estaleiro Detroit, de SC. O primeiro foi entregue em setembro de 2009; é o rebocador “Sossego”, um dos mais modernos do Brasil, que vai atuar no terminal da Ponta da Madeira, no Maranhão.

Estes números fazem com que o Brasil ocupe o sexto lugar no mundo, entre unidades de construção, e almeje subir neste *ranking*, que é liderado por China, Coreia do Sul e Japão, respectivamente. Na quarta posição está a Europa e na quinta colocação, a Índia.

CONCLUSÃO

O transporte de cargas deixou de ser uma questão de segundo plano e puramente operacional para entrar de forma definitiva no centro das discussões e decisões estratégicas. Se 95% do comércio exterior do Brasil é feito pelo mar, deduz-se a relevância desse aspecto no que concerne à segurança nacional.

A responsabilidade da segurança nas águas é de todos nós. Militares ou não, os profissionais do mar tem o dever de assegurar que as normas estabelecidas pela Autoridade Marítima sejam cumpridas, a fim de prevenir danos materiais, pessoais e ambientais.

Ainda que atrasado na corrida da construção naval, o Brasil segue com muita “água no leme” e vem adotando tanto a política de aumentar os navios de bandeira brasileira nas navegações de longo curso e de cabotagem quanto a de aumentar seu poderio naval, compatibilizando-o com um país de proporções continentais.

A reestruturação dos portos e, principalmente das embarcações de apoio portuário, deve ter igual atenção. Sobretudo os insígnies rebocadores que, além de auxiliar qualquer navio, de qualquer porte, de guerra ou mercante, irão suprir as nossas plataformas, que cada vez mais se mostram tão significativas nesse contexto de prospecção de petróleo nas camadas do pré-sal.

A previsão é de tempo bom para o Brasil, e o país vai contar com os vários armadores que estão chegando ao nosso atrativo mercado, renovando e ampliando suas frotas, tanto na rebocagem portuária quanto na *offshore*, e vai contar também com as grandes encomendas das empresas que querem se expandir internacionalmente.

Com isso, nossa indústria naval renascerá, elevando o Brasil a patamares de países muito desenvolvidos. Elevaremos a eficiência e eficácia dos nossos portos, aumentaremos o atendimento dos navios a fim de diminuir as filas de espera, aumentar a taxa de escoamento da produção e, conseqüentemente, garantir a satisfação dos clientes.

BIBLIOGRAFIA

AUGUSTO, O. B.; ANDRADE, B. L.R.e ROSSI, R. R. Otimização de recursos para a operação de instalação de âncoras de equipamentos offshore. Pesquisa Operacional. Vol. 22. No 3. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em:

BUSKER og BERGING. Tug escort, for emergency steering and braking, Oslo. Revista eletrônica informativa, 2010.

FRAGOSO, O. A. e CAJATY, M. Rebocadores Portuários. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Praticagem, 2002.

MIGUENS, Altineu Pires. Navegação: a Ciência e a Arte vol. I. Niterói: Diretoria de Hidrografia e Navegação, 1999.

NAVAL SUL. Procedimentos para teste de amarração, 2010. Disponível em: http://www.navalsul.com.br/conteudo_esp/arq.tecnico.html

SUPRG. Página eletrônica do Porto do Rio Grande. Superintendência do Porto do Rio Grande, 2006. Disponível em: <http://www.portoriogrande.com.br>

SCHEIN, DIANA e LIMA, MILTON LUIZ PAIVA. Uma metodologia para o dimensionamento de frota de Rebocadores em terminais portuários: uma aplicação ao Porto do Rio Grande. FURG. Rio de Janeiro, 2010.

http://www.onip.org.br/main.php?idmain=informacoes&mainpage=mini_glossario.htm#p. Acessado em: 08 Jul. 10.

<http://www.transportes.gov.br/RelatorioGestao/2003/SFomentoAT/FMM.htm>. Acessado em: 11 Jul. 2010