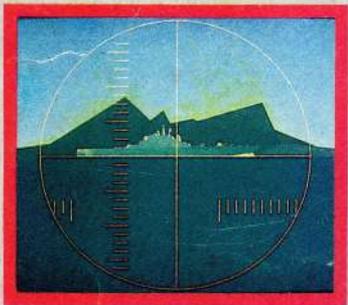
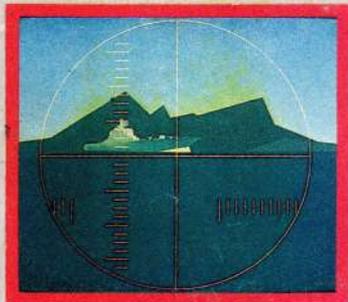
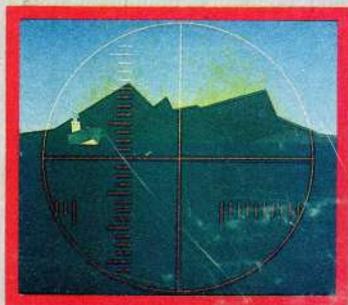




O PERISCOPIO

Nº 47 ANO XXXI





SV é um produto utilizado na geração de imagens sintéticas para instrução tática e de reconhecimento na área militar.

As aplicações típicas deste produto incluem: navegação, observação através de periscópio, reconhecimento de navios, aviões, linhas de costa e treinamentos relativos a estas situações.

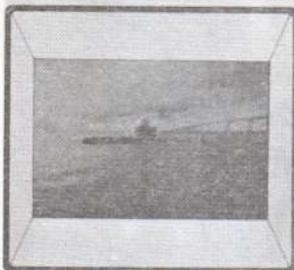
O software tem três módulos incluindo: modelador de estruturas de dados, preparação de cenários e simulação dinâmica.

O software inclui um módulo de comunicação entre o computador central e os computadores de geração de cenários, utilizando o protocolo Ethernet, podendo produzir desta maneira, diversas simulações ao mesmo tempo.



GLOBOGRAPH

SEMPRE VISUAL



CAPA: SUBMARINO TUPI

O PERISCÓPIO
ANO XXXI - Nº 47

1993

EXPEDIENTE

Comandante da Força de Submarinos

CA Mário Augusto de Camargo Ozório

Comandante do Centro de Instrução e Adestramento Alte. Áttila Monteiro Aché

CMG Maurício Dutra de Araújo

Redator

CF Rogerio Dutra Vilarinho

Fotografia

Nelson José Miguel

Supervisor Gráfico

Antonio Carlos Fonseca

Editoração Eletrônica

Rusival Pereira de Souza

Arte-Final

CB-AF Marco Antonio Vieira

Revisão

CF Rogerio Dutra Vilarinho

Editoração, Fitolito, Impressão e Acabamento

DHN

SUMÁRIO

EZRA LEE – Primeiro Submarinista em Ação	1
Evolução e Perspectivas dos Submarinos Convencionais e Nucleares. Estudo Comparativo.	4
U212 – Projeto Revolucionário de Submarino para a Esquadra Alemã do Ano 2005	9
O Submarino Soviético Komsomolets era Ultra Secreto, Movido a Energia Nuclear e Fracassou	21
Experiência do Curso Expedito de Atualização para Futuros Comandantes de Submarinos (C-EXP-AFCOS)	24
Submarinos de Ataque devem: Atacar! Atacar! Atacar!	27
A Guerra Submarina	31
O que o Submarinista deve Saber de Medicina	37
Sistema de Propulsão Híbrida de Ar Independente	40
A Formação do Submarinista. Sugestões	43
Periscópios	49
Os Submarinos – Considerações e Perspectivas	56
Sistemas de Lançamento de Armas de Submarinos	61
Sistemas de Defesa Antitorpedo para Submarinos	66
Simulador de Periscópio	68
Breve Histórico do Sino de Mergulho	73
Saber Quando Falar	77
Submarino Soviético	80
Turismo no Reino de Netuno	82
O Repouso do Velho Barco	85
A Respiração no Mergulho	89

AULA INAUGURAL DO "CASO 92"

EZRA LEE - PRIMEIRO SUBMARINISTA EM AÇÃO

OSCAR MOREIRA DA SILVA
Contra-Almirante

Era início de setembro de 1776, uma hora após as primeiras luzes do dia. Manhã calma, levemente enevoadada nas proximidades da cidade de Nova Iorque. A pálida luz de sol iluminava as tendas do acampamento do exército britânico na Ilha "Staten". Ao largo os navios da frota britânica fundeados, jogavam suavemente. Um sentinela inglês na rampa do forte da Ilha do Governador olhava sonolento as águas espelhadas nas circunvizinhanças, fazendo uma varredura visual. Ele não imaginava ver qualquer coisa beligerante.

A Marinha Britânica tinha o controle total do porto, do rio Hudson e de todas as águas em torno da Ilha Manhattan e portanto, dominava Nova Iorque. Os rebeldes do General Washington ficaram encurralados, conseqüência de uma batalha sangrenta acontecida poucos dias atrás em "Long Island". De repente, algo foi captado pelo seus olhos; alguma coisa movendo-se na água um pouco afastado. Aguçou a vista. Não era uma embarcação, com certeza. Parecia mais com o costado de um grande peixe.

O que quer que fosse, ele estava ziguezagueando e num momento, quando o sol rompeu a neblina, fez o objeto brilhar como um metal reluzente... O sentinela soou o alarme. Em pouco tempo, cerca de 300 ou 400 soldados se postaram ao longo do para-rapeito do Forte para observar os movimentos erráticos do corpo alienígena na bacia de manobra. O Quarto de Serviço já estava formado e seis soldados escolhidos guarneceram um escaler, comandados por um jovem tenente que logo assumiu a cana do leme e incontinentemente orientou o barco na direção do objeto não identificado.

O tenente permaneceu de pé com sua luneta fixa no corpo semiflutuante. Ele podia identificar na-

quele objeto uma escotilha redonda, onde apareciam os visores, e algumas canalizações acima d'água. O escaler estava aproximadamente a 50 ou 60 jardas quando se avistou outra coisa. Um pequeno objeto redondo aflorou à superfície bem próximo do primeiro. Ordenou que parassem de remar. "Deve ser algum tipo de máquina infernal", exclamou o tenente. Ele já tinha ouvido rumores de que os Yankees possuíam flutuantes, ou minas, que poderiam ser lançadas, aproveitando-se das correntes de marés, na direção de navios. Ele inverteu o rumo e, remando rápido, fez melhor tempo de volta para o Forte do que tinha feito na ida. Eles já tinham chegado em terra com o bote quando ouviu-se uma forte explosão seguida de uma enorme coluna branca d'água.

O incidente foi assunto de conversa nas cobertas e na Praça D'Armas do Forte pelo resto do dia. Ninguém percebeu no entanto, que tinha sido testemunha do fim do primeiro ataque submarino da história.

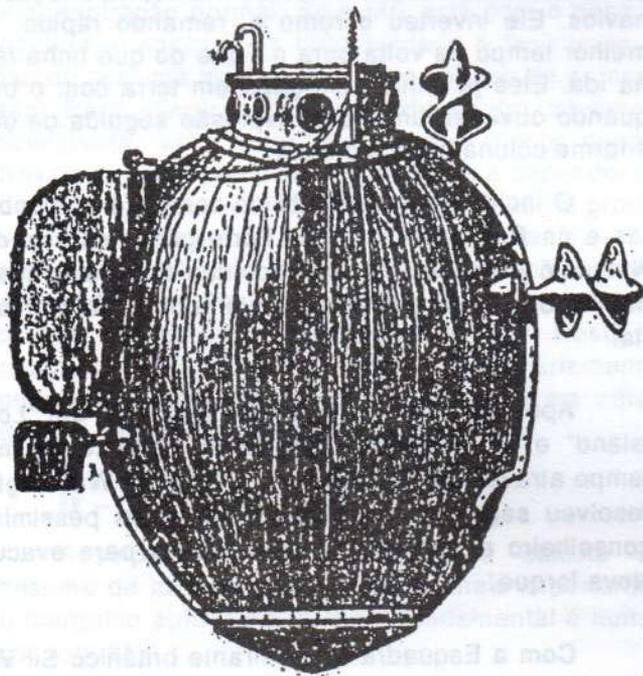
Após a perda do seu flanco esquerdo em "Long Island" e ter escapado com sorte, debaixo de mau tempo através do "East River", o General Washington resolveu seguir o conselho de seu mais pessimista conselheiro e começou a fazer planos para evacuar Nova Iorque.

Com a Esquadra do Almirante britânico Sir William Howe ocupando todo o porto, navegando sem problema pelo Rio Hudson e cercado toda a Ilha Manhattan, essa operação de retirada seria perigosa. A Marinha Continental Americana, com somente 27 pequenos navios mercantes convertidos contra a Marinha inglesa com mais de 300 navios de guerra, e não podendo impedir que as tropas britânicas passassem por "Sand Hook", alguém, então, pensou em

chamar o excêntrico David Bushnell para tentar de alguma forma romper o bloqueio imposto.

Bushnell foi graduado na Universidade de Yale em meados de 1730. Por muito tempo foi fascinado pela idéia de um barco submersível, estudando tudo que encontrasse sobre o assunto, desde a estória de Alexandre, o Grande, o qual teria mergulhado dentro de um barril de vidro.

Após as primeiras escaramuças em Lexington, entre as tropas britânicas e a Milícia de Massachusetts, iniciou-se uma guerra aberta entre os ex-colonos ingleses, agora americanos, e a coroa inglesa. Bushnell ficou preocupado com as dificuldades de defesa em face do esmagador poder naval inimigo. Encorajado pelo próprio Washington, ele projetou e construiu um submarino de um só tripulante, o qual poderia navegar sem ser detectado, fixar uma carga explosiva em um casco e se retirar antes que a carga detonasse e explodisse o navio inimigo.



O "TURTLE" DE BUSHNELL - 1776.

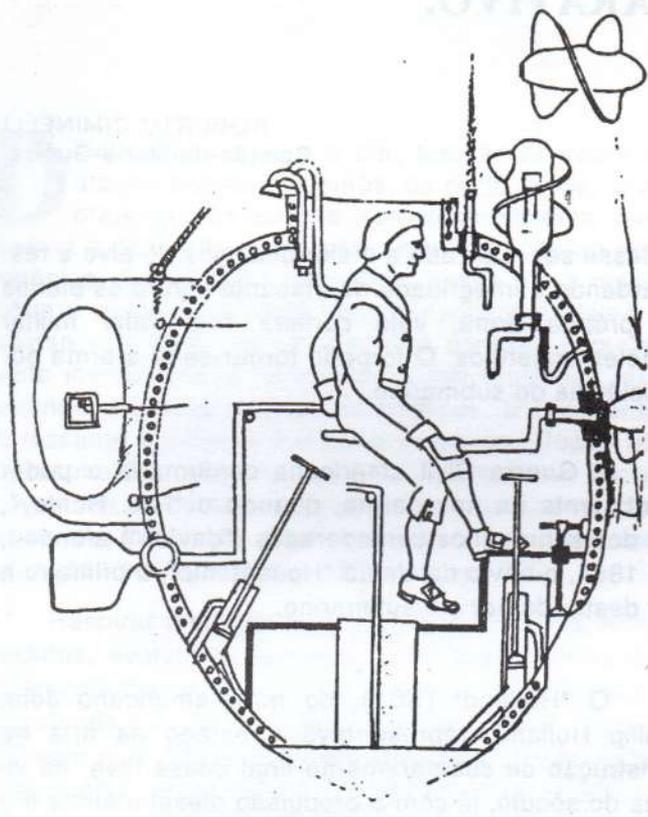
O primeiro submarino a ser utilizado na guerra

O barco foi batizado de "Turtle" - tartaruga - porque alguém disse que ele parecia com dois cascos de tartaruga colados. Na verdade, mais se parecia como um grande ovo flutuante. Ele foi feito de ripas de carvalho como um barril de vinho, coberto de lâminas de cobre para assegurar a estanqueidade, e circundado por vários anéis de ferro. No fundo do "ovo" foram colocadas 700 libras de chumbo como lastro, as quais tornaram o Turtle bastante estável na água. O operador admitia água no seu interior empurrando um pedal com o pé. Para ajustar a trimagem, existiam duas bombas manuais que forçavam a água para fora do casco. Caso houvesse algum problema com essas bombas, cerca de 200 libras do lastro de chumbo poderiam ser alijados, com a finalidade de trazer o "Turtle" para a superfície. A cota era indicada por um tubo de vidro na escala de uma polegada para cada variação de uma braça; havia também uma agulha magnética, pintada com fósforo para poder ser lida no escuro. Três pequenos suspiros de 3 polegadas de diâmetro no tope da escotilha admitiam ar fresco da superfície para o interior do submersível, o qual tinha ar suficiente para 30 minutos de operação submerso. Atravessando o casco, avante e acima, dois hélices com cerca de 12 polegadas de comprimento com 4 ou 5 polegadas de diâmetro, no formato de braços de moinho de vento, operados manualmente para ajudar a submergir e caminhar no sentido longitudinal. O navegador com uma das mãos operava um desses hélices e com a outra um pequeno leme vertical.

Logo acima da escotilha, um parafuso delgado, controlado de dentro do casco, era conectado externamente por meio de um cabo a um recipiente em forma ovalada feito de ferro, revestido de carvalho, coberto por cortiça, atarrachado a ré logo acima do leme vertical e com 150 libras de pólvora. O operador deveria navegar em direção ao alvo olhando através das vigias da escotilha superior, submergir junto ao casco do alvo, introduzir o parafuso verticalmente nesse casco e desparafusar internamente a carga explosiva, que uma vez liberada daria partida a um mecanismo de relojoaria com 20 a 30 minutos de retardo, para permitir ao operador se afastar da área e escapar, antes que detonasse a carga explosiva.

Bushnell não era um homem suficientemente robusto para manobrar seu invento, por isso treinou seu irmão para operá-lo, o qual seria o primeiro submarinista a entrar em ação. Porém este caiu de cama com uma tremenda febre e outros voluntários foram

chamados. Bushnell selecionou um soldado, o sargento EZRA LEE de um regimento de Connecticut.



O sargento EZRA LEE operando o "TURTLE"

O "Turtle" foi levado para o "front" próximo a Nova Iorque, e Lee se adestrou para levar a cabo a missão imposta. O submersível de Bushnell era ingovernável em mar agitado ou com fortes correntes e por isso esperou-se uma oportunidade de mar calmo e pouca corrente. E naquela noite, com mar tranquilo e espelhado, baleeiras rebocaram-no para as proximidades da frota britânica, deixando-o logo acima da "Staten Island".

Compensado com a escotilha um pouco acima do nível da água, com os três pequenos suspiros de ventilação abertos, Lee rumou para os navios inimigos. Ele conseguiu chegar perto do HMS "Eagle". Já estava quase no crepúsculo matutino. Ele podia ver homens no convés acima e escutá-los conversando. Fechou as válvulas do suspiro e submergiu o "Turtle" abaixo do grande costado do "Eagle". Com poucas maniveladas de hélice já estava sob o casco do navio. Girou o parafuso de fixação da carga explosiva, mas este não conseguiu penetrar no casco, produzindo

um forte ruído metálico sobre sua cabeça. Lee usou, sem sucesso, de muita força para tentar fazer entrar o parafuso no casco, gastando a sua preciosa reserva de ar para respiração. As obras vivas dos navios, já naquela época eram revestidas com chapas de cobre para evitar a ação do gusano.

Lee moveu o "Turtle" ao longo do navio para tentar penetrar o parafuso em algum lugar onde encontrasse madeira. A corrente aumentou e o submersível foi jogado para fora do casco e veio a superfície, fugindo, momentaneamente, do controle do piloto. Lee deu uma olhada por uma das vigias e divisou a comporta de um grande canhão negro acima dele.

Tornou a mergulhar e tentou um outro ataque, mas já estava ficando claro, o que fez-o abortar a operação e regressar para a praia onde os aliados estavam esperando ansiosos por ele. Remou mais rápido que pode, sendo forçado a trazer o "Turtle" na superfície para poder checar constantemente sua posição. O "Turtle" vinha zigzagueando em face da dificuldade de mantê-lo num rumo fixo. Num dado momento avistou um escaler inimigo vindo em sua direção. Ao chegar próximo, Lee liberou a carga explosiva, na esperança que a mesma fosse apanhada pela tripulação daquele bote e explodisse tudo. Mas qual não foi sua surpresa ao ver o bote dar meia volta e se afastar em direção a "State Island". Lee chegou são e salvo e o "Turtle" foi rebocado por escaleres até a praia. Lee fez mais uma tentativa para afundar um navio britânico. Quando os homens de Washington foram retirados de Nova Iorque, uma fragata apareceu próximo ao Forte Lee e fundeou próximo ao "Bloomingdale". Foi uma tentação para o "Turtle". Lee levou-o para fora, tentando uma nova tática, entrou por baixo e pela popa da fragata, mas foi avistado por um vigia. Fechou a ventilação, mergulhou debaixo do navio, mas seu manômetro de profundidade deu o fora. O "Turtle" desceu muito e teve que abortar novamente a operação.

Seis anos mais tarde, os Estados Unidos da América conquistaram definitivamente sua independência, sem a ajuda adicional do submersível de Bushnell, mas Washington citou o projeto "Turtle" descrevendo-o como um esforço genial.

Referências:

- 1 - HISTORY OF THE WORLD - The Last Five Hundred Years, General Editor Esmond Wright London - 1986
- 2 - PERISCOPE DEPT - Submarines At War - Kenneth Poolman London, 1981

EVOLUÇÃO E PERSPECTIVAS DOS SUBMARINOS CONVENCIONAIS E NUCLEARES. ESTUDO COMPARATIVO.

ROBERTO CIMINELLI
Capitão-de-Mar-e-Guerra

RESUMO HISTÓRICO

Na guerra, em qualquer ambiente em que ela se processe, o uso de alguma forma de ocultação sempre foi um meio utilizado pelos beligerantes para dificultar sua detecção e identificação, visando a explorar os princípios da surpresa e da iniciativa.

O espírito aventureiro e inventivo do homem, sempre em busca de novos horizontes, não poderia deixar de ver nas profundezas opacas do mar o caminho ideal para se aproximar invisivelmente do inimigo com o propósito de infligir danos.

Pode-se dividir a história do submarino em três fases. A primeira foi caracterizada pelas experimentações de gênios criativos, cujo pioneirismo, com suas incríveis máquinas submarinas, permitiu a concretização do ideal da navegação submersa. Esta fase praticamente foi inaugurada pelo norte-americano. David Bushnell quando, com o seu "The American Turtle", tentou colocar, sem sucesso, uma carga explosiva no casco da fragata britânica "Eagle", em 1776, durante a Guerra de Independência dos Estados Unidos da América (EUA). Bushnell tornou-se, assim, o primeiro a empregar um veículo submarino com propósito bélico, angariando com isso o título de "Pai da Guerra Submarina".

Essa fase, tão pitoresca quanto importante, presenciaria as tentativas mais curiosas na construção de engenhos submarinos: cascos de madeira, latão e ferro, até chegar ao aço; a propulsão a remos, vela, hélice movido manualmente por meio de manivelas, rodas e até os próprios passos da tripulação; a máquina a vapor, o motor a ar comprimido, a gasolina, até alcançar a propulsão elétrica e outras diversas inovações.

A invenção do torpedo auto-propulsado pelo britânico Whitehead, em 1880, permitindo que o ataque

pudesse ser realizado a maior distância do alvo e resguardando a integridade do atacante contra os efeitos da própria arma, veio conferir real valor militar àqueles engenhos. O torpedo tornar-se-ia a arma por excelência do submarino.

A Guerra Civil americana confirmaria o poder combatente da nova arma, quando o "H.L. Hunley", um dos submarinos confederados ("davids") afundou, em 1864, o navio da União "Housatonic", o primeiro a ser destruído por um submarino.

O "Holland" (SS1), do norte-americano John Phillip Holland, representava o estado da arte na construção de submarinos no final dessa fase, na viração do século, já com a propulsão diesel-elétrica e a afirmação do torpedo de 21 polegadas, até hoje universalmente adotado como principal arma do submarino.

A segunda fase envolveu o período das duas guerras mundiais, no qual o submarino, deixando de ser um mero instrumento de defesa de portos e bases, adquiriu expressão como arma eminentemente ofensiva, afastando-se da costa para ir ao encontro do inimigo, seja para interferir com suas linhas de comunicação marítimas (Estratégias de Tonelagem Integral e de Fluxo), seja para destruir as forças navais oponentes (Estratégia de Apoio à Esquadra).

Na Grande Guerra, no auge da campanha submarina irrestrita, em 1917, os temidos U-Boat (Unterseeboot) colocaram a pique num só mês 400 navios aliados e neutros, correspondendo a um total de 800 mil toneladas de porte bruto. É relevante lembrar, ainda, o sucesso alcançado pelo U-9 nesse conflito, em setembro de 1914, afundando numa mesma investida os cruzadores britânicos "Aboukir", "Cressy" e "Hogue".



A Segunda Guerra Mundial consagrou definitivamente o submarino, amplamente empregado nos vastos teatros do Atlântico e do Pacífico, tanto em estratégias de redução da capacidade de sobrevivência econômica do inimigo, pelo ataque ao tráfego marítimo, como em apoio às próprias forças navais, pelo enfraquecimento do poder naval adversário.

Em face da vigência predominante do estado de beligerância, essa fase foi pródiga não só quanto ao desenvolvimento do submarino, mas também, como não poderia deixar de ser, pelos avanços verificados na contraposição a essa arma, tendo presenciado o surgimento de inovações técnicas e táticas que se constituíram nos fundamentos da guerra naval moderna.

Nos submarinos, aprimorou-se o seu desempenho pelo aumento do raio de ação, da autonomia em imersão, da eficiência do torpedo de corrida reta, das velocidades na superfície e em imersão, etc., tendo-se chegado ao final da guerra com o importante advento do esnórquel. Tudo isso, aliado à audácia de verdadeiros azes da guerra submarina como Guenther Prien, Otto Kretschmer e Joachim Schepke, entre outros, provocou uma revolução nas formas de se contrapor à essa nova ameaça.

O término da segunda fase teve no tipo XXI alemão o submarino mais evoluído e que serviu de modelo para todos os modernos submarinos convencionais da atualidade.

O último conflito mundial não deixou dúvidas quanto ao valor militar do submarino, demonstrado nos dramáticos números de destruição deixados pela Força de "U-Boats" de Doenitz: 20.063 navios mer-

cantes afundados, num total de 13,5 milhões de toneladas e 175 navios de guerra destruídos.

Não menos gloriosa foi a epopéia escrita pelos submarinos norte-americanos no Pacífico, logrando asfixiar a economia japonesa e contribuir para a neutralização de suas forças navais, com emprego dos submarinos "Fleet Type", descendentes diretos do tipo XXI germânico, substituídos, mais tarde, pelos da classe "Guppy".

Finalmente, a terceira fase é aquela que corresponde ao advento da energia nuclear, vindo transformar o que até então era na realidade um submersível no verdadeiro submarino, agora totalmente independente do ar atmosférico para sua operação permanente submerso.

O SUBMARINO CONVENCIONAL

A grande vantagem do submarino reside na capacidade que possui para dificultar sua detecção, aproveitando-se de sua principal característica - a ocultação. Não há dúvida de que um navio na superfície é muito mais vulnerável à detecção e ao ataque do que um submerso. A menor transparência do ambiente submarino em relação ao meio exterior atmosférico às formas conhecidas de sensoramento criam um problema para a detecção de submarinos, ainda não totalmente solucionado. Praticamente, a única forma eficaz para se detectar um submarino mergulhado é através da propagação acústica. Portanto, a eficácia e a própria sobrevivência do submarino na guerra depende, fundamentalmente, de sua capacidade em explorar suas características de invisibilidade e mobilidade tridimensional na máxima extensão e da forma mais vantajosa possível.

O uso do radar por navios de superfície e aeronaves no período final da Segunda Guerra Mundial forçou os submarinos a operar em imersão o máximo de tempo possível. Até então, a mobilidade desses meios dependia predominantemente de sua capacidade de transitar na superfície. É por esta razão que os cascos dos submarinos daquela época eram projetados para otimizar o desempenho de transitar na superfície. O esnórquel, de concepção holandesa, já existente no tipo XXI, veio minimizar a dependência do ar atmosférico dos submarinos convencionais, sendo o seu advento considerado por alguns especialistas como o início da revolução submersível para o submarino.

Dispõe-se hoje da terceira geração de submarinos convencionais a partir da Segunda Guerra Mundial. Desde então, foram grandes os progressos alcançados em todas as áreas afetas à operação desses submarinos. Mas não se pode dizer que tenha ocorrido algum avanço revolucionário. Todos os de-

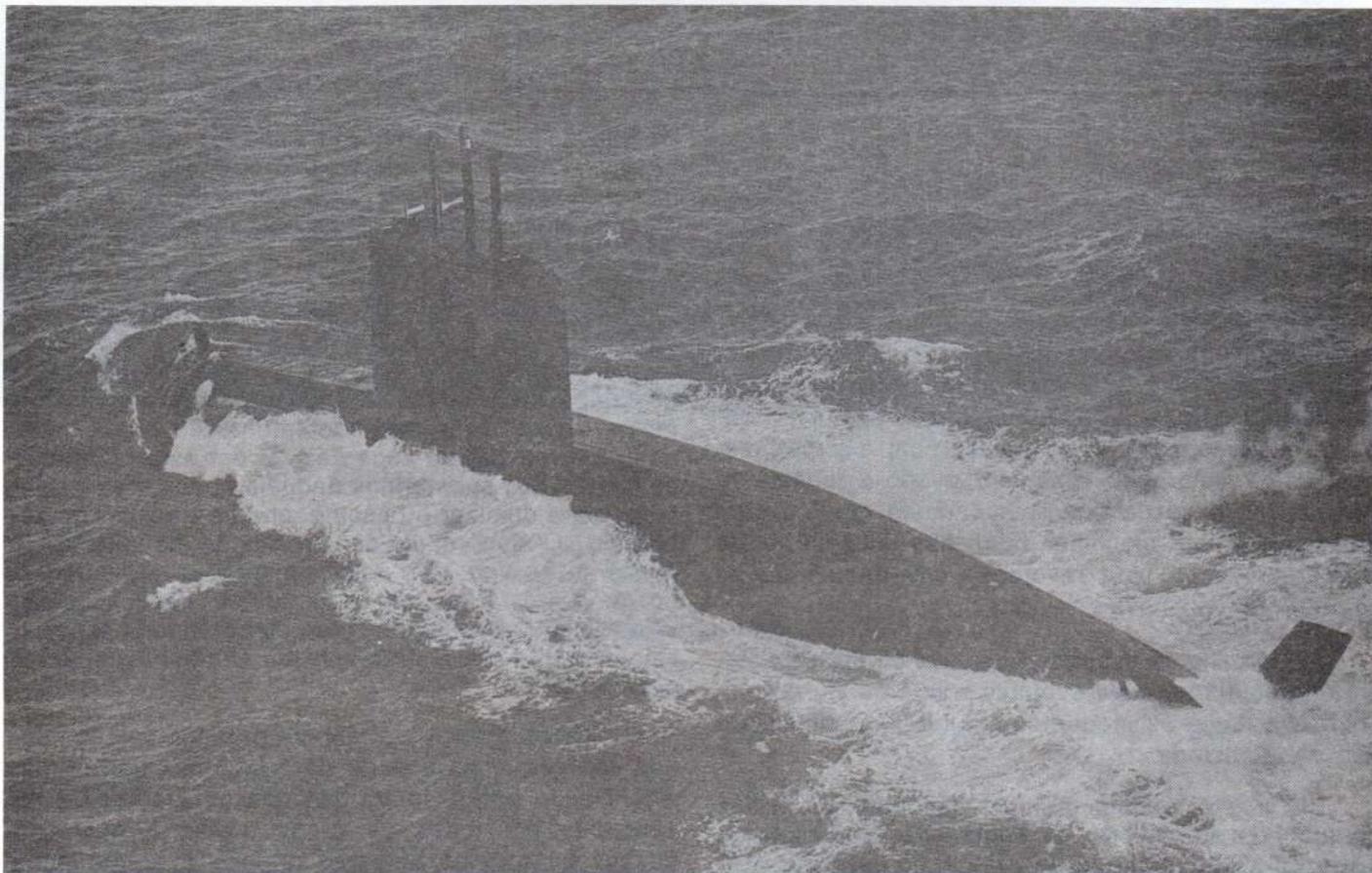


envolvimentos especificamente relacionados com o submarino clássico, em si, poderiam ser perfeitamente esperados que fossem atingidos ao longo dessas quatro últimas décadas. Eles podem ser enquadrados como aprimoramentos propiciados pelo avanço da tecnologia, os quais permitiram melhorar os parâmetros de desempenho, mas não eliminaram a maior vulnerabilidade daquele meio: a necessidade de, quando em vez, expor-se próximo à superfície para tomar fôlego.

Não obstante, aperfeiçoamento como o aumento da capacidade das baterias e da eficiência dos grupos motor-gerador que agora as recarregam mais rapidamente; a otimização do casco para operação submersa, aumentando sua resistência, reduzindo acessórios externos e penetrantes e adotando-se configuração de casco único, de melhores características hidrodinâmicas; o uso de hélice de grande diâmetro e baixa rotação; o uso da eletro-ótica nos periscópios; e o aprimoramento dos sistemas de armas e sensores, com a introdução dos torpedos acústicos guiados a fio, dos mísseis A/S e anti-navio, ampliando as alternativas de emprego e a distância de engajamento, fizeram do submarino convencional moderno uma arma cobiçada por qualquer país do mundo.

Atualmente, 40 Marinhas operam mais de 960 submarinos, dos quais aproximadamente sessenta por cento são convencionais. O grande interesse despertado por esses meios deve-se à eficiência por eles alcançada e à maior acessibilidade do custo de obtenção e manutenção. O baixo nível de ruídos irradiados pela propulsão diesel-elétrica é também um grande atrativo. Paradoxalmente, é esse tipo de propulsão a causa das duas principais restrições dos submarinos convencionais: limitadas autonomia e liberdade de emprego de velocidades médias e elevadas em imersão.

Pode-se dizer que os submarinos convencionais continuam tendo hoje, basicamente, as mesmas tarefas que há quarenta anos atrás: ataque ao tráfego marítimo e às forças navais inimigas. A diferença está na eficácia com que elas são cumpridas. O emprego tático contra outros submarinos e o de deterrente estratégico ainda são papéis melhor desempenhados pelos submarinos nucleares. De qualquer forma, no contexto regional de médias e pequenas potências, os submarinos convencionais têm significativo valor dissuasório.



O SUBMARINO NUCLEAR

O advento da propulsão nuclear com a incorporação do USS "Nautilus" (SSN-571) à Marinha dos EUA, em 30 de setembro de 1954, abriu perspectivas nunca antes imaginadas para os submarinos. Esse tipo de propulsão combinou-se logo em seguida com a avançada configuração de casco do tipo "gota d'água", introduzida no protótipo USS "Albacore" (AGSS-569), para solucionar as duas maiores e já mencionadas limitações até então existentes nos submarinos: a velocidade e a autonomia submersas. A partir de então, havia sido concebido o verdadeiro submarino, o submarino puro sonhado pelos pioneiros dessa terrível arma.

Não mais haveria necessidade de vir à superfície periodicamente, poder-se-ia mergulhar bem mais fundo, navegar mais rápido, ir mais distante, permanecer em patrulha por tempo muito mais prolongado, tanto quanto a capacidade de transportar gêneros alimentícios e a resistência de tripulação à fadiga permitisse. Ampliavam-se os horizontes táticos e, mais significativo, afirmava-se o submarino como importante meio estratégico. Agora sim, estava ocorrendo uma revolução - tecnológica, tática e estratégica.

As vantagens táticas e estratégicas do submarino nuclear mostraram-se tão atraentes que os Estados Unidos construíram sua Força de Submarinos praticamente toda nuclear. Em um inventário de mais de 140 submarinos, não há mais do que quatro a propulsão diesel-elétrica. O último submarino convencional norte-americano foi construído há quase três décadas.

Baseado na mobilidade conferida por velocidades médias de avanço em imersão de ordem de 25 nós, agora não são apenas os comboios e as unidades de superfície a única presa dos submarinos nucleares. A Estratégia Marítima dos EUA, por exemplo, contempla o emprego de submarinos nucleares de ataque (SSN) em coberturas A/S, protegendo os Grupos de Ataque de Navio-Aeródromo (CVBG) contra submarinos lançadores de mísseis de cruzeiros soviéticos (SSG/SSGN).

O grande avanço verificado na redução de ruídos irradiados dos submarinos nucleares, vem desmistificando a crença de que esses meios são intrinsecamente ruidosos. Paralelamente, o progresso alcançado com o desenvolvimento de sensores acústicos passivos, como os arranjos de hidrofones, fixos ou rebocados, bem como o aprimoramento dos recursos de processamento de sinais, fizeram com que o submarino se tornasse hoje o meio mais eficaz para se contrapor a outro submarino. O SSN é considerado a plataforma A/S primária da "U.S. Navy".

Evidentemente que a introdução dessa plataforma de extrema potencialidade não poderia deixar de ser acompanhada por avanços correspondentes nos diversos "pacotes" que constituem os sistemas que a mobilizam, de forma a lhe conferir a máxima capacidade operacional.

O advento da versão lançada por submarino dos mísseis de cruzeiro como o "Sub Harpoon", o "Exocet SM-39" e o "Tomahawk", vieram não só ampliar a capacidade anti-navio dos SSN, mas também adicionar-lhes a capacidade estratégica de projetar poder sobre terra.



Certamente, o maior impacto provocado pelo uso da energia nuclear a bordo de submarinos foi no campo estratégico. A virtualmente ilimitada autonomia submersa, bem como as maiores profundidades de operação alcançadas, propiciadas pelo desenvolvimento de cascos mais resistentes, e o tipo de operação silenciosa tornaram o submarino nuclear lançador de mísseis balísticos (SSBN) praticamente indetectável, conferindo-lhe a necessária credibilidade para a missão de dissuasão estratégica. A combinação dessas características com o elevado grau de sofisticação e poder de destruição dos mísseis balísticos Trident II D-5 e SS-N-20, ambos com ogivas múltiplas e alcances da ordem de 5000 milhas náuticas, que dotam os submarinos da classe "Ohio" norte-americanos e "Typhoon" soviéticos, respectivamente, fazem do



SSBN, atualmente, o mais importante elo da tríade estratégica das superpotências como elemento de segundo golpe.

CONVENCIONAL OU NUCLEAR?

De certa forma, algumas comparações entre os submarinos convencionais e nucleares ficaram implícitas nas abordagens que fizemos sobre um e outro tipo nos tópicos anteriores.

Comparar pura e simplesmente as duas categorias de submarinos por suas características operacionais parece-nos não ter muito propósito, uma vez que também não se assemelha fácil relacionar em ordem de importância as características essenciais do submarino. A importância a ser atribuída em termos operacionais a aspectos como autonomia, velocidade, profundidade de operação, ocultação, sensores e armas depende do teatro de operações e da ameaça percebida e será sempre relativa a essa percepção. As tarefas a serem atribuídas é que serão o fator decisivo na escolha de uma ou outra categoria, permanecendo sempre o compromisso entre a utilidade do meio (emprego) e a disponibilidade de recursos financeiros, uma vez que são sensíveis as disparidades tanto de custos quanto de características operacionais.

Embora os submarinos convencionais tenham tido uma evolução extraordinária, eles ainda estão longe de atingir a paridade com o nuclear, tanto no campo tático quanto no estratégico, não havendo neste último tipo de emprego um substituto à altura para o SSBN.

Vale ainda ressaltar que os principais inconvenientes normalmente apontados com relação aos submarinos nucleares (necessidade de tripulação numerosa e altamente qualificada, necessidade de infra-estrutura de apoio em terra para reparos e treinamento específica e dispendiosa, problemas relacionados com a segurança das instalações, elevados custos de obtenção, etc.) deixam de sê-lo para as Marinhas ricas, sendo esta uma das principais razões pelas quais o clube dos construtores desse tipo de meio naval se restringe a apenas cinco países.

Por outro lado, embora grande parte do custo de obtenção do submarino nuclear seja devido ao reator e equivale atualmente a cerca de duas vezes e meia o de um submarino diesel-elétrico, deve-se atentar para o fato de que grandes desenvolvimentos nestes, na busca da competitividade com aqueles, tendem a reduzir a maior vantagem e talvez o fator

mais decisivo na escolha pelo submarino convencional: seu preço.

De modo geral, submarinos nucleares de ataque são necessários apenas às Marinhas de projeção oceânica cujas estratégias visualizam seu emprego em desdobramentos dispersos pelo mundo. Isso é o que propalam os construtores de submarinos convencionais, definindo com frequência que os submarinos nucleares são necessários às super e grandes potências, enquanto que para as médias e pequenas os convencionais satisfazem plenamente. Caberia então perguntar: qual teria sido o rumo do Conflito das Malvinas se a Argentina dispusesse de pelo menos um submarino nuclear?

CONCLUSÃO

A história das guerras tem mostrado que uma nova arma ofensiva não reina onipotentemente por muito tempo. Uma contraposição à altura não demora a surgir, criando uma escalada que parece não ter fim. Ameaças e missões mudam em resposta a ações de adversários reais ou potenciais.

Muito se tem discutido sobre a supremacia entre o submarino e as forças A/S na guerra naval. Alguns analistas militares têm apontado o submarino (especialmente o SSBN) como o navio capital da atualidade, assim como o encouraçado e o navio-aeródromo o foram nas Primeira e Segunda Guerras Mundiais, respectivamente.

Polêmicas desse tipo só existem porque ambas as faces da moeda brilham igualmente, uma vez que estão sempre sendo polidas. A mesma disponibilidade de tecnologia que trabalha em benefício de um lado serve também ao outro.

Os submarinos continuarão evoluindo, os nucleares na sua "revolução silenciosa" e os convencionais procurando a sua "máscara de oxigênio" através da propulsão anaeróbica ou híbrida. Ambos terão cada vez mais importantes papéis nas estratégias navais de qualquer Marinha e serão sempre temíveis armas; mas jamais virão a ser o navio capital, pois para isso lhes falta um importante aspecto que, caso não lhes faltasse, negaria sua própria existência: presença; e visível!

Assim, tudo indica que no futuro continuarão a existir dois tipos de navios, mas não aqueles apreçados pelos submarinistas - "submarinos e alvos" - e sim os ditados pela competitividade que a moderna tecnologia propicia - "alvos e alvos".

U212 - PROJETO REVOLUCIONÁRIO DE SUBMARINO PARA A ESQUADRA ALEMÃ DO ANO 2005

CF d. R. Volker Burggraf
Traduzido e adaptado pelo
CF MARCO POLO A. C. DE SOUZA

Os submarinos convencionais modernos possuem, em imersão, um grande raio de ação na barra das baterias, sendo estas, recarregáveis com o uso do sistema do esnórquel. Na condição de imersão profunda, levam uma vantagem fundamental em detecção e localização, frente aos navios de guerra de superfície; essa vantagem pode ser explorada, especialmente se dotados de torpedos pesados guiados a fio. Por outro lado, navios anti-submarino (AS), dotados de helicópteros orgânicos, podem se contrapor a esses submarinos, desde que guardem a devida distância, para poderem empregar seus helicópteros, fora do alcance dos torpedos do oponente.

Desde o início, quando de sua reorganização, no período pós-guerra, a Marinha alemã procurou planejar e construir a sua Flotilha de Submarinos com o concurso da capacidade de sua indústria de construção naval. Os submarinos então construídos, concebidos para o emprego em águas rasas, constituíram-se nos únicos meios do seu Poder Naval, capazes de operar no Mar Báltico, por longo período de tempo, afastados de suas bases, e de lá permanecerem como "fleet in being". Esses submarinos puderam fixar e comprometer uma grande parcela de meios do oponente¹ em potencial, necessária ao esforço AS e de contramedidas de minagem naquela área, porquanto também possuem grande capacidade de plantar campos minados ofensivos.

A qualidade e a efetividade latente dos submarinos alemães possibilitaram, sobretudo, a constru-

ção, em grande quantidade, dos classe "209"², de maior tonelagem, dotados de capacidade oceânica, exportados para diversos países amigos e neutros. Isso nos permite ousar afirmar que nenhum outro país no mundo construiu melhores submarinos convencionais. Por exemplo, no período compreendido entre 1962 e 1985 foram construídos 95 submarinos (uma quantidade considerável) para 14 países, projetados pela firma Ingenieurkontors Lübeck (IKL).

O COMPONENTE SUBMARINO DA ESQUADRA ALEMÃ

A Marinha alemã dispõe, hoje, de 24 submarinos: 6 da classe "205" e 18 da classe "206". Considerando que os últimos foram incorporados nos anos 70, 12 deles necessitaram ser submetidos a um programa de modernização, sendo adaptados às condições técnicas do estado da arte, a fim de garantir a efetividade do componente submarino da Esquadra nos anos 90³.

A manutenção da eficiência para o combate tornou-se possível, porque a adoção de aço amagnético inoxidável nos classe "206" mantiveram-nos ainda em bom estado material. Com os melhoramentos obtidos no campo dos sistemas de armas (direção de tiro, sensores e armamento), os 12 submarinos da classe "206A" representarão a espinha dorsal da força submarina alemã nos anos 90. Todavia, as modificações técnicas subseqüentes aos novos desenvolvimentos tecnológicos, alcançados pelo estado atual da arte, só poderão ser realizados por meio de um programa de construção naval resultante de um novo projeto, o

- 1 - O Autor refere-se ao ex-Pacto de Varsóvia e, ao longo do seu artigo, não utiliza a palavra "inimigo", como seria de se esperar. Ocorre que, após a Segunda Guerra Mundial, os alemães baniram essa palavra do seu vernáculo, como o fizeram com as palavras "geopolítica" e "militar", dentre outras. (N. do T.)
- 2 - Trata-se dos submarinos da classe "IKL-209", de 1200 - 1400t, maiores que os da classe "205" e "206", da Marinha alemã, de 450-500 t. (N. do T.)
- 3 - O Autor refere-se à conversão dos classe "206" em "206A", cujo programa de modernização visou dotar aqueles submarinos de um novo sistema de armas. (N. do T.)



qual será concretizado pelo submarino da classe "212". Com a nova unidade, a "Esquadra do Ano 2005" disporá de um componente submarino desenvolvido para os desafios do futuro e a construção naval alemã poderá apresentar uma nova plataforma, que servirá de base para futuros desenvolvimentos de exportação.

A Marinha alemã, por sua vez, atribui uma grande importância ao programa "Esquadra 2005", para a continuidade da sua Flotilha de Submarinos, porque um moderno submarino possui fatores de força sem igual, que complementam eficazmente outros meios navais, ao passo que os seus fatores de fraqueza podem ser compensados por meio de correspondente emprego coordenado. Justamente por causa das mudanças da política de segurança e dos condicionantes atuais da supressão de uma ameaça concreta, há a necessidade de se dispor de instrumentos militares de precaução e de prevenção de riscos, que possibilitem uma flexibilidade de emprego consideravelmente maior que antes, pois o oponente em potencial não é mais definível como habitualmente o era nos tempos do conflito leste-oeste. Correspondentemente, os cenários de conflitos esperados necessitam de um pré-planejamento mais genérico e flexível.

Mesmo isoladamente, os submarinos são meios necessários à condução da guerra, porque a Guerra Naval é tridimensional: ocorre no meio submarino, sobre a superfície dos mares e no seu espaço aéreo. Engana-se quem supõe poder-se descurar de apenas uma dimensão que seja. Além de unidades de superfície, uma força naval precisa ter submarinos e uma aviação naval, a fim de que possa ser empregada em grupamentos operativos plenos. Isso possibilita, por exemplo, o emprego coordenado de fragatas e submarinos, por tempo quase ilimitado, em determinadas áreas marítimas, sob quaisquer condições de tempo. Permite, também, num outro exemplo, aliar-se os grandes alcances de detecção e localização dos modernos sistemas sonar dos submarinos aos fatores de força de aviões AS (capacidade de rápida concentração de esforço); assim, os fatores de fraqueza de um desses meios podem ser compensados com os fatores de força do outro.

A principal fraqueza do submarino convencional é sua pequena velocidade de avanço durante o trânsito para a área de operações, o que o impede de realizar uma rápida concentração de meios. A sua força consiste na grande autonomia e na completa inde-

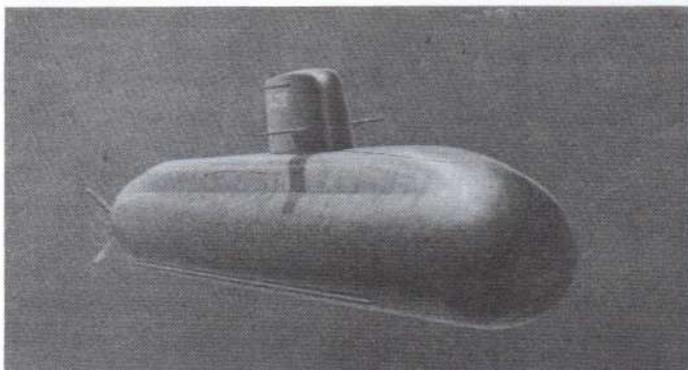
pendência das condições de tempo quando mergulhado; nessa situação, avulta de importância, sobretudo, a dificuldade de localizá-lo e combatê-lo. Por isso, o submarino pode operar em áreas marítimas controladas por um oponente superior, podendo ser empregado em operações de esclarecimento, de minagem e de ataque; além disso, só a possibilidade de vir a ser empregado já obriga o oponente a desenvolver um enorme esforço de defesa e a fixar forças AS. Até mesmo nessas áreas o submarino é capaz de se impor, porque o alcance dos seus sensores e de suas armas conferem-lhe capacidades de detecção, localização e combate superiores às de navios de superfície, cujo avanço pode impedir. Analogamente, pode, também, interromper as linhas de comunicações marítimas do oponente e dificultar enormemente a sua concentração. Desse modo, a pequena mobilidade operativa dessas linhas pode ser neutralizada pelo emprego de submarinos em operações de bloqueio ou de interdição de área, os quais permanecem quase estacionariamente em zonas de patrulha de dimensões limitadas, onde impedem o avanço de navios de superfície e, até mesmo, de submarinos oponentes.

Pode-se dizer que submarinos modernos são o melhor meio de se contrapor a outros submarinos. Os da classe "206A" possuem, com certeza, uma determinada capacidade de defesa contra submarinos à longas distâncias, quando estes atingem o alcance de detecção dos seus sensores. Por outro lado, os da classe "212" irão dispor, pela primeira vez, de um sistema sonar integrado, que os capacitará a detectar e a classificar contatos com submarinos; além disso, serão dotados de armamento e sistema de direção de tiro capazes de combatê-los com eficácia. Isso significa, que os classe "212" são os primeiros submarinos a possuírem uma capacidade AS pré-concebida e poderão ser eficazmente empregados, na Guerra Naval, em operações AS. A sua aquisição preencherá uma lacuna existente nas forças AS combinadas que, doravante, compreenderão submarinos, fragatas (com helicópteros orgânicos) e aviões AS. Com isso, a flexibilidade da Esquadra alemã será melhorada e o espectro da reação naval (prontidão e resposta operativas), necessário à garantia da segurança do nosso país será aumentado. A flexibilidade da Esquadra no combate a navios de superfície também crescerá com os "U212" e não se limitará apenas ao aspecto geográfico. Embora os classe "212" sejam, comparativamente, duas vezes maiores que os classe "206A", poderão ser empregados no Mar Báltico. Naturalmente, estarão capacitados a operar no Mar do Norte e em águas marítimas adjacentes, inclusive, em á-

reas mais afastadas e por longos períodos. Além do raio de ação, a autonomia será aumentada, sobretudo, por meio de um melhoramento revolucionário na área da propulsão. Também a habitabilidade será otimizada, proporcionando maior conforto à tripulação (de 22 homens, como nos classe "206A"), com a adoção de convés duplo no espaço interior de vante.

DESCRIÇÃO TÉCNICA DOS CLASSE "212"

Até o momento, os submarinos da classe "212" não foram sistemática e completamente descritos, especialmente nas duas áreas onde ocorreram os desenvolvimentos que mais chamaram a atenção. A primeira delas, a propulsão, foi dotada de um componente independente do ar (ou sistema anaeróbio) e introduziu uma revolução nos sistemas de propulsão dos chamados submarinos convencionais⁴. A repentina melhora dos sensores do navio também está a exigir uma descrição mais abrangente, especialmente do sistema sonar e dos periscópios. Até agora, pelo menos, somente foram divulgados alguns aspectos do projeto do casco do navio e os esforços para a redução da assinatura acústica e do eco sonar.



Submarino da classe "212"

(Impressão artística de Jochen Sachse)

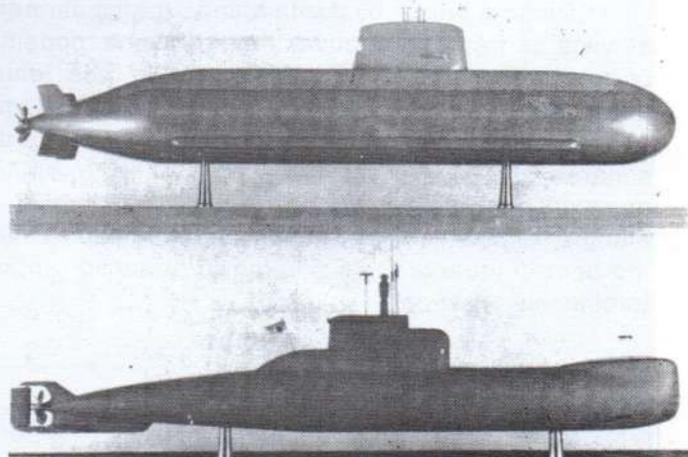
O CASCO

Comparando-se o futuro submarino com o seu antecessor da classe "206" (ver figura 2), percebe-se claramente a grande diferença: para um comprimento praticamente idêntico, o classe "212" apresenta um maior diâmetro de casco, enquanto a altura (da quilha ao tope da vela) é apenas ligeiramente superior. O

casco volumoso do "U212" apresenta um deslocamento quase duas vezes e meia maior, ou seja, cerca de 1.300t, na superfície.

A relação entre comprimento e diâmetro situa-se abaixo de 7 e é significativamente menor que a do "U206"; a classe "212" disporá, então de uma manobrabilidade melhorada e, no total, muito boa.

Em seguida, pela inspeção visual, percebe-se duas coisas distintas: em primeiro lugar, a pequena e hidrodinâmica vela do "U212"; em segundo, a ausência da protuberância na proa (a maior característica externa do classe "206"), que serve de alojamento para a base cilíndrica do sonar. No "U212" o sonar passivo será confortavelmente alojado no setor de proa e instalado mais embaixo. Dessa alteração, deduz-se que o escoamento da massa líquida ao longo do casco do classe "212" será melhorado enormemente e os ângulos favoráveis à reflexão sonar (para sonares ativos oponentes) serão sensivelmente evitados.



Modelos do "U212"(em cima) e do "U206" (embaixo)

Uma novidade perceptível no "U212" são os lemes horizontais instalados na vela, numa posição mais vantajosa que na proa, longe dos hidrofones do sonar passivo. Igualmente novo é o leme de governo em forma de "X", que promete um melhor controle do navio no plano horizontal. O hélice, instalado de modo a favorecer o escoamento, terá pelo menos sete pás. Considerando que um número maior de pás

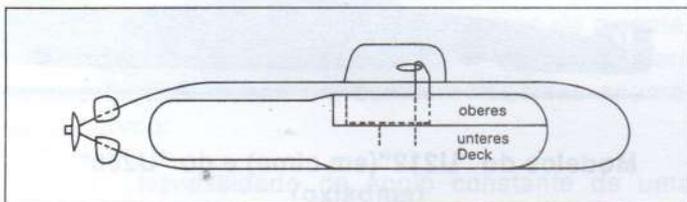
4 - O autor emprega muito apropriadamente a palavra "revolução", porquanto um novo tipo de submarino, o submarino híbrido, alterou, internacionalmente, a classificação de submarinos quanto aos sistemas de propulsão, então limitada aos convencionais (diesel-elétricos) e nucleares. Os submarinos híbridos possuem, basicamente, uma planta diesel-elétrica para os períodos de trânsito e uma planta anaeróbia (célula de combustível, ou motor "Stirling", para citar apenas os sistemas já experimentados com sucesso), destinada aos períodos de permanência na zona de patrulha. (N. do T.)

torna o propulsor mais silencioso ainda, seria desejável, por exemplo, nove pás; entretanto, isso dificultaria enormemente a integração do projeto como um todo.

Outra diferença externa visível em relação ao classe "206" é que no "U212" o bojo é corrido até a popa e a protuberância lateral, que aloja o "flank array" em ambos os bordos, é de construção baixa (quase ao nível da quilha), impedindo seu uso indevido como apoio⁵ e, conseqüentemente, acafretando prejuízo dos hidrofones do sonar.

A forma do casco indica, de um modo geral, que a classe "212" foi otimizada em manobrabilidade e hidrodinâmica. Especialmente este último aspecto não é apenas relevante quanto a uma pequena resistência ao avanço e maior potência resultante (velocidade), mas, sobretudo, porque o navio se desloca laminarmente e, por isso, tão silenciosamente quanto possível.

Como a vela é bastante afilada (particularmente se vista de frente) e relativamente pequena, podem ocorrer turbilhonamentos, principalmente nos lemes, quando acionados. Essa é a razão pela qual os lemes horizontais a vante devem ser posicionados longe dos sonares, isto é, na vela. Junto ao hélice propulsor quase não se espera o aparecimento de turbilhonamentos, especialmente em baixas velocidades, mesmo porque, quanto mais pás tem o propulsor, menos turbulência provoca.



Cascos externo e resistente do "U212"

Para assegurar o máximo de escoamento laminar pelo casco, foi concretizado o princípio da "superfície externa lisa", ou seja, todas as comunicações do casco com o mar, como aberturas de alagamento de tanques de lastro, aberturas para a passagem de mastros e periscópios e acessos da vela, bem como comportas dos tubos de torpedos são fechadas "sem costuras" e sem arestas vivas no casco.

De tudo isto, deduz-se que o requisito "dificuldade de detecção e localização pelo oponente", estabelecido no projeto da classe "212" mereceu uma elevada prioridade e que procurou-se obter uma considerável redução do "fator de reflexão sonar" do casco (contra-deteção sonar ativa) e sua "otimização hidrodinâmica" (contra-deteção sonar passiva). Em ambos os aspectos, a forma e a qualidade do casco do submarino, conforme descrito, foi um ponto de partida decisivo.

Uma descrição da redução da "assinatura acústica" seria incompleta se não considerássemos as fontes ativas de ruídos no interior do navio, onde a mais importante é o setor de máquinas.

Aqui o "módulo de isolamento acústico" (ver figura 4) é instalado integradamente, sendo abrigado numa cápsula, que deverá absorver o ruído intenso das máquinas. O conjunto do módulo é ainda montado elasticamente, não só por razões de eliminação de ruídos e absorção de vibrações, como também para a firmeza e estabilidade da instalação. Naturalmente, todos os outros sistemas e equipamentos do navio terão suas fontes de ruídos minimizadas, não apenas as bombas hidráulicas, que são extremamente ruidosas nos submarinos soviéticos. Os transformadores, por exemplo, serão isolados acusticamente; outro exemplo: o sensor de infra-vermelho poderá ser integrado ao periscópio de observação, porque já se dispõe de um silencioso sistema de resfriamento desse sensor, que é o resfriador linear.

A redução da "assinatura magnética" será possibilitada por meio da utilização de aço amagnético e outros materiais e, também, através de um eficiente sistema de desmagnetização ("degaussing"). A "assinatura infra-vermelha" do navio não constituirá problema, porque o próprio submarino será tão bom, que pouco calor será transferido para o mar; mesmo o hélice, quando empregando velocidades táticas, não acusará aumento significativo de temperatura e a atuação do propulsor não deverá "reboçar" o calor gerado pelo arrastamento. O motor elétrico principal (ou da propulsão), conhecido por "Permasyn", terá, sobretudo, um excelente desempenho e não necessitará de resfriamento. A temperatura das baterias, por sua vez, deverá corresponder à do interior do navio. O motor diesel, assim como o seu resfriador de água salgada, só constituirá razoável fonte de indiscrição infra-vermelha durante o seu funcionamento. Naturalmente, a carga de baterias em esnórquel deverá ser

5 - O Autor emprega a palavra "rodapé", para enfatizar e expressar melhor a sua idéia. (N. do T.)

usada somente em situação tática que não apresente ameaça, porque, nessa condição, a probabilidade de detecção aumenta consideravelmente, devido ao grande aumento da seção reta radar exposta pelo mastro do esnórquel. Correspondentemente, a "assinatura radar" do esnórquel e dos dois periscópios foram reduzidas ao máximo possível em proporção, forma e escolha de material. Além do esnórquel e dos periscópios de observação e de ataque, o "U212" dispõe de outros mastros içáveis, como o de comunicações e o mastro do radar. Entretanto, somente os periscópios atravessam o casco resistente do navio; os demais são, naturalmente, mastros manobráveis do interior do navio, mas só correm pela estrutura da vela.

O casco resistente ocupa um volume significativamente menor que o do casco externo e tem uma forma similar à de uma garrafa de gargalo largo, correspondendo à popa, onde abriga as máquinas. Na parte de vante estão dois compartimentos em arranjo de convés duplo (ver figura 3). O convés superior avante constitui o alojamento e a ré (a meio navio) situa-se o compartimento de comando e controle, conhecido como "central de operações". No convés inferior está o compartimento de torpedos (com seis tubos de lançamento), sendo a bombordo o espaço para o armazenamento de torpedos e, a boreste, a praça d'armas, o refeitório das praças e a cozinha. O casco resistente possui uma parte que se ergue para o interior da vela, constituindo o torreão, que dá acesso ao passadiço e é separado da central de operações por meio de uma escotilha.

O casco externo (ou casco não resistente) envolve toda a parte de ré do casco resistente e permanece alagado pela água do mar, o mesmo ocorrendo na parte de vante. O "U212" é construído no setor de ré em casco duplo, de modo a permitir alojar os recipientes dos reagentes das células de combustível, instalados externamente ao casco resistente. Esses recipientes são resistentes à pressão do mar e consistem de um tanque para armazenamento de oxigênio e de um depósito para o fornecimento de hidrogênio. O espaço comparativamente maior da livre circulação avante envolve os seis tubos de torpedos, que se projetam para fora do casco resistente, e os dois cilindros de água, onde é produzida a pressão hidrodinâmica para o lançamento dos torpedos (ver figura 8).

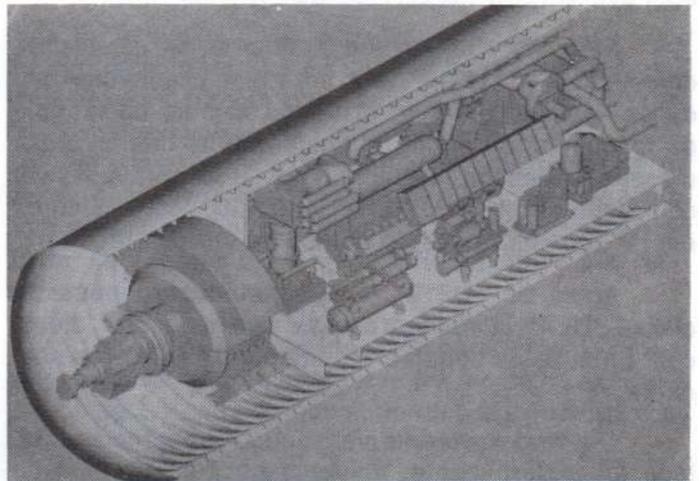
Sob esses tubos e cilindros é alojada a base do sonar passivo da proa.

O casco resistente será fabricado de aço amagnético, inoxidável e altamente resistente, sendo dada especial atenção à qualidade da sua fabricação. Tudo

o que não precisar ser resistente à pressão do mar e for empregado na livre circulação, será feito de fibra de vidro reforçada, como, por exemplo, o convés principal, a vela, os lemes etc. Esse material amagnético também possui uma grande rigidez e caracteriza-se, particularmente, por um pequeno peso específico. A escolha do material e a tecnologia de construção garantirão ao navio uma alta resistência estrutural ao choque. Também está previsto o revestimento do casco com material absorvente de ondas sonoras.

INSTALAÇÃO DE MÁQUINAS

Diferentemente dos submarinos nucleares, os convencionais (ou de propulsão diesel-elétrica) são dependentes do ar atmosférico para usar o sistema de esnórquel e, com isso, carregar as baterias. Para esnorquear, esses submarinos precisam abandonar suas zonas de patrulha ou se exporem aos riscos de fazê-lo nessas zonas, porque o mastro do esnórquel representa um alvo radar, os motores diesel em funcionamento são fontes de ruídos e seus resfriadores, fontes de irradiação infra-vermelha. Por isso, justificou-se o esforço de desenvolver um sistema de propulsão independente da atmosfera, a fim de ser empregado em conjunto com sistemas de propulsão convencionais, ou seja, criar um sistema híbrido. Enquanto os suecos optaram pelo motor "Stirling", para aplicação em seus submarinos (desenvolvidos com "know how" alemão), os alemães preferiram a célula de combustível ("fuel cell") para o "U212".



Módulo de isolamento acústico da instalação de máquinas. À esquerda, o motor elétrico principal; ao centro, o conjunto diesel-gerador

A técnica da célula de combustível consiste na combustão fria e silenciosa de O_2 e H_2 e sua transformação em água, por meio de uma eletrólise em senti-



do inverso, sendo, a água produzida, armazenada. Enquanto que nas provas de mar, realizadas pelo protótipo "U1" (submarino da classe "205" adaptado), utilizou-se um eletrólito líquido (hidróxido de potássio), no classe "212" será empregado um eletrólito sólido. Desta forma, as células de combustível poderão ter tamanhos reduzidos, sem perda de potência. Além disso, terão uma vida útil maior, o que não ocorre com as de eletrólito líquido, que é corrosivo. Cada célula produzirá 34 Kw de potência, com um elevado rendimento. O número de células é mantido em segredo, mas, com toda a certeza, será tal que garantirá ao submarino manter velocidades de patrulha e táticas, além de uma distribuição uniforme da carga elétrica (força principal e auxiliar) de bordo.

O problema do armazenamento dos reagentes já foi solucionado: o depósito de fornecimento de H₂ e o tanque de O₂ serão instalados externamente ao casco resistente, no setor de ré, sob o convés principal. O classe "212" terá um autêntico sistema híbrido de propulsão. Enquanto o protótipo "U1" sofreu adaptações, tendo o seu comprimento aumentado, para receber um conjunto de células de combustível, o "U212" disporá de um componente anaeróbico de geração de energia para baixas velocidades, equivalente aos tradicionais sistemas diesel-elétricos. A instalação das células de combustível estará, normalmente, paralela às baterias (chumbo-ácido), que também tiveram sua capacidade aumentada.

Além do sistema independente de células de combustível, o "U212" terá uma planta convencional de geração de energia, instalada a meio do módulo de máquinas, de maior potência que as duas plantas diesel-elétricas do "U206" juntas. Isso será possível com o motor diesel MTU da série 396, de 16 cilindros em "V", de alta rotação e dotado de turbocarregador.

Antes do "U212", o submarino norueguês da classe "ULA" já recebera esse tipo de motor diesel com turbinas de supercarregamento de gases de descarga.

O grande aumento verificado na potência instalada foi, naturalmente, influenciado pela escolha do gerador, que é autoexcitado, do tipo síncrono, trifásico, sem escovas e com retificadores comutados. A substituição para a técnica trifásica proporcionará menores volume e peso para uma determinada potência gerada, além de possibilitar a distribuição uniforme da carga com elevada eficiência. Por sua vez, o motor elétrico principal representa outro ponto alto dessa formidável planta propulsora. Trata-se de um "motor de ímãs permanentes" ("Permasyn"), desenvolvido pela firma Siemens, caracterizado por um grande rendimento, inclusive em carga reduzida (baixas velocidades), pequenas dimensões e ser bastante leve.

Esse motor ocupa a metade do espaço e possui a metade do peso de um motor elétrico (de propulsão) convencional. É um motor de excitação permanente, de comutação síncrona, que possibilita a partida rápida do eixo propulsor. Seu funcionamento relativamente silencioso é possibilitado por uma operação contínua, com supressão de ruidosas manobras de comutação. Considerando, ainda, a resistência ao choque, pode-se dizer que o "Permasyn" é o motor ideal para a propulsão de submarinos, não possuindo concorrente nos dias de hoje.

A palavra-chave automação promoveu grandes transformações no campo da manobra e operação de submarinos, não tendo a elas se furtado o "U212": um homem opera e controla remotamente as máquinas e outro opera os mecanismos de controle de governo e profundidade. Esse sistema duplo de manobra é designado pela abreviatura "ILLU" ("Intergriertes Lenk- und Leitsystem für Uboote", ou "sistema integrado de manobra e operação remota de submarinos"), não estando associado a nenhuma firma. Originalmente, a integração deveria ser realizada por meio de um cabo único de dados (barramento), para manobra e controle do navio, mas, por razões de custo elevado, necessitou ser alterado para uma solução mais convencional. Além das vantagens funcionais, o sistema ILLU ofereceria a possibilidade de economia de pessoal.

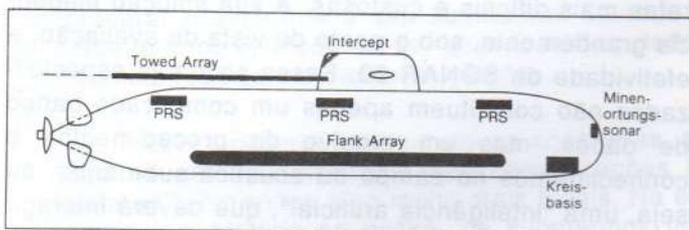
A instalação de máquinas dos classe "U212" deverá, também, preencher as exigências de proteção do meio ambiente contra a poluição. Assim, toda a drenagem de redes sanitárias e porões será coletada, bem como todo o lixo passível de preparação (compressor de lixo), a fim de serem transferidos no porto.

SISTEMA SONAR

Um equipamento sonar ("sound navigation and ranging") pode, normalmente, operar no modo ativo ou passivo. O ativo produz energia e a irradia no meio líquido; a onda sonora, encontrando um objeto, é refletida de volta à origem, onde é recebida e avaliada. Por isso, o sonar ativo é comparável ao radar. Analogamente, o sonar passivo é comparável a um equipamento de medidas de apoio à guerra eletrônica (MAGE), porquanto pode receber e permitir a avaliação de determinados ruídos irradiados por objetos. Quanto maior o comprimento de onda, menor é a frequência sonora e maior a distância da fonte emissora ou do som refletido recebido. Correspondentemente, sonares de baixa frequência conseguem os maiores alcances de detecção. Através da onda sonora recebida, pode-se não só detectar a fonte emissora, como também determinar a sua posição relativa (em termos de marcação e distância). Considerando que os ruídos irradiados possuem determinadas características,

pode-se, também, classificar a fonte; por exemplo: pelo número de eixos propulsores e tipo de ruídos recebidos, pode-se verificar a presença de uma fragata e, pela análise espectral, comprovar até mesmo a sua classe e tipo.

Na detecção sonar há que se considerar as condições de propagação sonora, como a temperatura e a salinidade da água do mar e a profundidade local. Por isso, os navios de superfície usam um instrumento de medida denominado batitermógrafo, que é lançado ao mar na profundidade escolhida. Por sua vez, os submarinos efetuam as medições desses parâmetros durante a imersão, utilizando sensores instalados nos seus próprios cascos. Além disso, há a necessidade de se considerar os ruídos ambientais e, sobretudo, os ruídos próprios irradiados pelo submarino. Dentre estes, os ruídos de fluxo podem ser minimizados por meio de um casco hidrodinâmico e uma estrutura de superfícies lisas; em especial, devem ser evitadas as turbulências ocasionadas pelo funcionamento dos lemes. O propulsor deve operar o mais silenciosamente possível, devendo-se explorar as vantagens das baixas rotações. As fontes de ruídos ativos no interior do navio também devem ser evitadas ou, pelo menos, "encapsuladas", como já foi dito anteriormente.



Configuração sonar do "U212"

Uma política de redução de ruídos próprios visa não apenas minimizar decisivamente a probabilidade de denunciar a presença do próprio submarino, mas, também, desenvolver esforços para identificar os seus ruídos próprios, o que depende de um sistema sonar eficiente.

Os submarinos da classe "212" serão dotados do sistema sonar DBQS-21D (também conhecido como SONAR 80), o qual vem sendo instalado nos classe "206A", dentro do programa de modernização dos classe "206". Esse sistema compreende três componentes: o sonar passivo da proa, o sonar telemétrico ou PRS ("Passive Range Sonar") e o sonar de interceptação. Como o "U212", por razões de ordem operativa, renunciará ao sonar ativo e, também, por causa de determinadas modificações, a designação da sua instalação sonar será DBQS-21DG.

A base cilíndrica do conjunto de hidrofones do sonar passivo localiza-se na parte inferior da proa (ver figura 5), o que aumenta o alcance de detecção, quando operando na cota periscópica. Esse sonar panorâmico representa, doutrinarmente, a segurança do submarino e trabalha na faixa de médias frequências; correspondentemente, é o equipamento responsável pelos contatos à médias e curtas distâncias.

O PRS situa-se na parte superior do convés, possuindo, em ambos os bordos, três bases ou conjuntos de hidrofones, separados equidistantemente entre si o mais longe possível, que trabalham na faixa de médias frequências; nesse aspecto, existe uma certa redundância com o sonar passivo da proa. A função principal do PRS é calcular distâncias, o que é realizado pela medição da diferença de fases, quando a onda sonora passa pela primeira e pela última base; a base central serve para se obter a marcação da fonte sonora. O PRS, enfim, destina-se à determinação dos elementos do alvo (distância, velocidade, rumo) até médias distâncias, podendo acompanhar automaticamente até quatro alvos (técnica "Target Motion Analysis"), cujos elementos são transferidos ao sistema de direção de tiro.

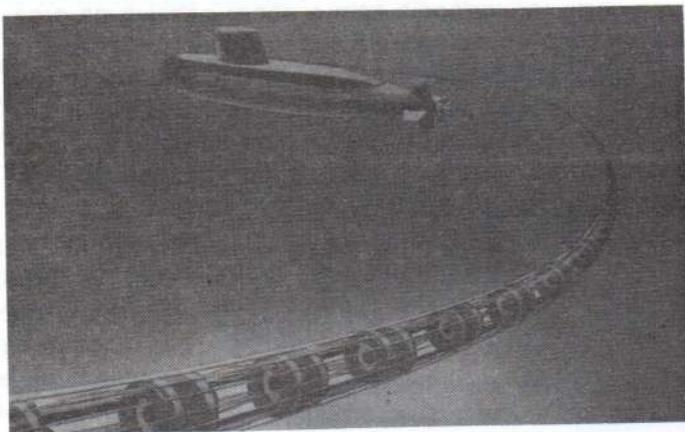
O sonar de interceptação trabalha na faixa de altas frequências e curtas distâncias, podendo detectar emissões ativas (sobretudo de torpedos atacantes), o que o torna um equipamento de MAGE-sonar. O hidrofone desse sonar localiza-se a ré da vela. Naturalmente, o sonar passivo da proa e o PRS podem, também, detectar emissões de sonares ativos, mas não o fazem na faixa de altas frequências.

Com seus três conjuntos, o sistema DBQS-21DG, da firma Krupp Atlas Elektronik (KAE), cobre a maior parte do espectro de frequências acústicas, empregando sensores otimizados para certas faixas, não só no que diz respeito às frequências, como também às características de irradiação (amplitude). O sistema possui, enfim, uma determinada capacidade de classificação de alvos (técnica "Target Noise Analysis"), realizada por meio de um processador integrado de informações sonar ou SIP ("Sonar-Information-Processor").

O sistema DBQS-21DG não abrange, entretanto, as faixas de baixas e muito baixas frequências. Por isso, o "U212" apresentará, como novidade, o sonar DBQS-90FTC (ou SONAR 90), responsável pela detecção de baixas frequências e que deverá atender as exigências do futuro próximo. A sigla FTC indica os componentes: "Flank Array and Towed Array Classification", sistema da firma KAE, que será testado em 1992 em um submarino da classe "205".

O "Flank Array Sonar" opera na faixa de médias e baixas frequências, correspondentes à grandes dis-

tâncias e é, necessariamente, sob o ponto de vista de comprimentos de onda, um sensor linear. A consequência disto é que, como ocorre no PRS, os hidrofones não são capazes de receber nos setores de proa e de ré. Como as bases do "Flank Array" são alojadas em protuberâncias laterais no casco, em ambos os bordos, seus hidrofones podem diferenciar sinais em termos de esquerda e direita. O principal problema do "Flank Array" é o isolamento acústico, para o qual torna-se necessário um grande dispêndio de energia⁶, mais que para o SONAR 80.



Towed Array Sonar
(Impressão artística da firma KAE)

O "Towed Array", ou sonar rebocado, trabalha em baixas e muito baixas frequências, correspondentes à grandes distâncias (até 100 Km, por exemplo), sendo igualmente um sensor linear, cujas dimensões impedem-no de ser instalado na estrutura do navio, fazendo-se necessário ser rebocado a uma determinada distância da popa. Além da vantagem de ter um grande comprimento de antena, o sonar rebocado é livre dos ruídos próprios do submarino e, por isso, não precisa ser isolado acusticamente. O seu comprimento, entretanto, apresenta a desvantagem de dificultar a manobrabilidade do submarino, que, por causa disso, teve de ser otimizada. O "Towed Array" também tem dificuldade de diferenciar sinais em termos de direita ou esquerda, o que só é possível com seguidas mudanças de direção, ou de rumos do submarino. No "U212" o "Towed Array" não será rebocado por meio de um sarilho instalado na vela (e

de novo ensarilhado após o uso), mas, será simplesmente atrelado ao submarino, seja no porto, após a desatracação, seja no mar, por um navio escolta. Se por algum motivo houver a necessidade de se desfazer do sonar rebocado, isso será possível, através de uma solução denominada "clip-on/clip-off". Mesmo que não se considere essa solução satisfatória, já que poderá ser necessário perder a antena, isso não muda o fato de que o "Towed Array" é imprescindível para possibilitar a detecção de determinados tipos de alvos. Os submarinos tornam-se cada vez mais silenciosos, o que faz o sonar para baixas frequências um equipamento indispensável. Espera-se, inclusive, com a continuação do desenvolvimento do "Towed Array", que o sonar ativo volte a integrar, em futuro próximo, os sistemas de armas de submarinos.

O advento do DBQS-90FTC aumentará não apenas o alcance de detecção (através do sonar rebocado), mas, sobretudo, melhorará enormemente a capacidade de classificação de contatos, com o uso de computadores apoiados por sistemas especializados. A realização da "classificação acústica passiva" apoiada por sistemas computadorizados é uma das tarefas mais difíceis e custosas. A sua solução influencia grandemente, sob o ponto de vista da avaliação, a efetividade do SONAR 90. Esses sistemas especializados não constituem apenas um complicado banco de dados, mas um arquivo de procedimentos e conhecimentos no campo da acústica submarina, ou seja, uma "inteligência artificial", que deverá interagir com o conhecimento especializado humano (do operador).

Outro aspecto importante é a "própria classificação", isto é, a identificação dos próprios ruídos, que tem duas finalidades: a primeira, monitorar os ruídos de fluxo (para evitar ruídos denunciadores); a segunda, identificar a participação dos ruídos próprios na classificação sonar de contatos. Este componente é conhecido como ONA ("Own Noise Analysis"). Deve-se acrescentar que, tanto os componentes do SONAR 80 como do SONAR 90 possuem canais de escuta, ou seja, a bordo do submarino o operador continuará dispondo da possibilidade de detecção e classificação áudio.

O "U212" terá, ainda, um sonar ativo (bem na proa) para a detecção de minas. Esse sonar indepen-

6 - O aumento do dispêndio de energia deve-se, provavelmente, à alimentação dos acelerômetros do "Flank Array". (N. do T.)

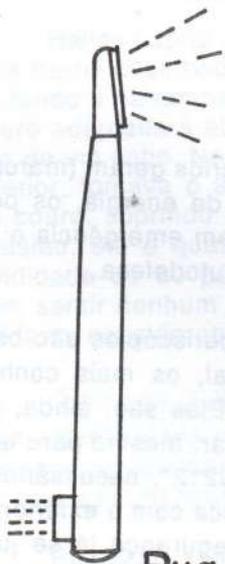
dente não é, certamente, comparável a um sonar para a penetração em campo de minas; ele servirá apenas para detectar a presença de minas e permitir que o submarino delas se afaste.

PERISCÓPIOS

O segundo principal sensor de um submarino, vale dizer também do classe "212", são os periscópios de observação e de ataque. Ambos tiveram suas assinaturas reduzidas, tornando-se menos indiscretos à produção de esteira e apresentando menor seção reta radar, principalmente o periscópio de ataque. A curto prazo, será possível implementar uma modificação técnica, revestindo-os com material absorvente de irradiações radar (material RAM). Ambos são similares em construção; entretanto, diferem entre si na forma e nos periféricos, sobretudo as janelas das cabeças e suas respectivas unidades eletrônicas e de alimentação para o sensor de raios infra-vermelhos. As oculares das cabeças e as respectivas bases dos periscópios também diferem entre si (ver figura 7). Ambos pesam cerca de 1,5t e são ligeiramente maiores que os seus similares, construídos para os classe "ULA". Além do canal ótico, o periscópio de observação (SERO 14) dispõe, como novidade, de um sensor

de infra-vermelho, dotado de um moderno resfriador linear, que possibilita o seu funcionamento silencioso. Esse periscópio também transporta as antenas do navegador por satélites (GPS) e do MAGE, integradas na parte superior sob um pequeno domo. O periscópio de ataque (SERO 15), além do canal ótico, possui, como novidade, um medidor de distâncias "laser", alojado diretamente na cabeça do sensor, conferindo-lhe a vantagem de ser independente do caminho ótico do feixe luminoso.

Em ambos os periscópios os canais óticos foram igualmente melhorados, possibilitando uma elevada resolução e uma excelente transmissão ótica, embora tenha sido necessário um metro (1) de vidro entre as extremidades do canal ótico, para a passagem do feixe de luz. Ambos os periscópios são dotados de estabilizadores bi-axiais para as linhas de visada, que compensam os movimentos do navio. Se por um lado isso representa um enorme trabalho em função do peso, por outro, significa uma condição indispensável ao emprego de um sensor oprônico (ótico-eletrônico). Com isso, pode-se manter um pequeno ângulo de abertura para o feixe luminoso do raio "laser".



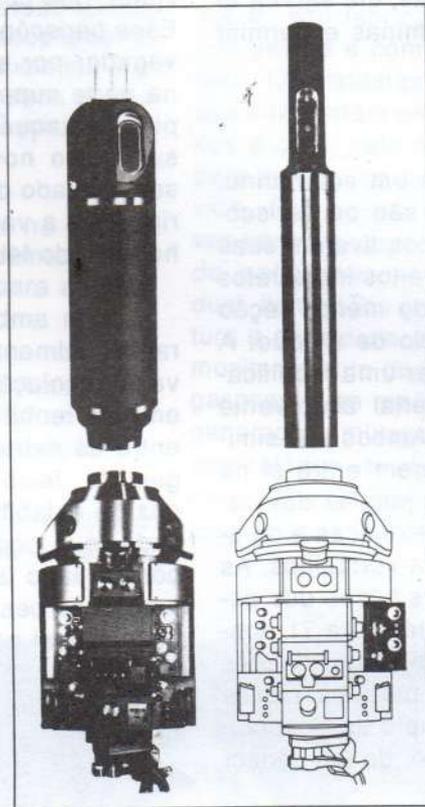
O PERISCÓPIO

ÓTICA E MECÂNICA LTDA.

EQUIPAMENTOS ÓTICOS

PROJETOS - FABRICAÇÃO - MANUTENÇÃO

Rua Buenos Aires, 168 - 3º And. - RJ. - Tel. 224-2501



Periscópio de observação com janela para canal IV e domo para antenas MAGE e SATNAV GPS; à direita, periscópio de ataque com telêmetro "laser".

Por razões de peso e espaço, as bases do sistema ocular são fabricadas com uma liga de titânio. Um console permite uma operação não mecânica do periscópio, para o qual também existe operação remota. Os periscópios podem até mesmo já ser içados na marcação de um contato sonar. Aqui, naturalmente, cabe uma observação: ambos são, como de costume, binoculares. Além disso, existe uma ocular auxiliar, para a adaptação de câmeras diversas, a fim de atender às necessidades de documentação (perifoto). As informações recebidas pelo sensor infravermelho podem ser vistas em um monitor e armazenadas num gravador de vídeo. Existe um "display" de dados à margem do campo ocular, que permanece à disposição, complementarmente aos controles externos dos periscópios. Nesse "display", são reproduzidos os dados de navegação que os periscópios rece-

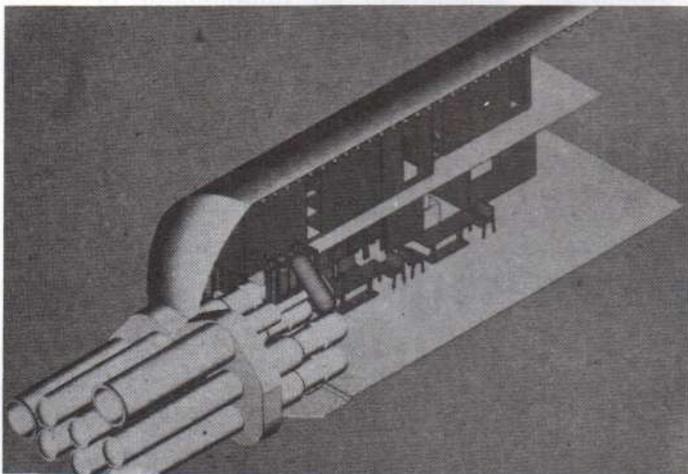
bem e os dados que eles próprios geram (marcação e distância). Em caso de falta de energia, os periscópios podem ser alimentados em emergência e operados, mesmo em situação de autodefesa.

Esses moderníssimos periscópios são os tradicionais e, de um modo geral, os mais conhecidos sensores de um submarino. Eles são, ainda, apesar dos formidáveis sistemas sonar, mesmo para um submarino do futuro, como o "U212", necessários: eles constituem a única ligação ótica com o exterior, o que por si só e por razões de segurança já se justifica. Além disso, são imprescindíveis para o reconhecimento visual e a documentação fotográfica; inclusive para fim tático-operativo, como a confirmação da identificação do alvo e da sua distância. Em caso de perda de energia, possibilitam a autodefesa do sub-

marino em emergência. Também são os únicos sensores que podem ser empregados em vigilância (especialmente de helicópteros), sendo particularmente úteis e de grande valor em tempos de crise. Além disso, são utilizados como base para outros equipamentos, como o MAGE e o navegador por satélites.

SISTEMAS DE ARMAS

Com o advento dos sistemas de armas⁴ modernos, os dados obtidos e gerados pelos diversos sensores são processados e integradamente apresentados num "display" tático. A permanente atualização do quadro tático, realizada por esse sistema, apóia o "exame da situação" e a tomada da decisão, processo no qual, em última análise, são elaboradas e sugeridas as possíveis linhas de ação para o emprego das armas. O sistema permite o ataque simultâneo a alvos múltiplos com seu armamento principal, o torpedo. Tanto na apresentação da situação tática, como no emprego das armas, o sistema leva em consideração os dados da navegação, que também apóia. Além disso, computa e apresenta, permanentemente, todos os parâmetros da situação do próprio navio. Ao sistema de armas pertencem os dois principais complexos de sensores (sonares e periscópios) mais os sistemas de navegação e o armamento. Esses componentes são integrados ao sistema de armas por meio de um eficiente "barramento de dados" ("databus"). Visualmente, o sistema apresenta-se na forma de vários consoles, cujo arranjo uniforme foi possível, pelo menos no setor dos sonares, com o emprego do "console padrão submarino", desenvolvido pela firma KAE.



Arranjo de tubos de torpedos e cilindros de lançamento

O complexo de navegação possui, além de um sistema convencional, ao qual também pertence o radar de navegação (Kelvin Hughes 1007), uma agulha giroscópica "laser" para o sistema de navegação inercial; além disso, utiliza o sistema de navegação por satélite GPS, com duas antenas receptoras: uma instalada no mastro de comunicações, outra no periscópio de observação. O conjunto de ecobatímetros possibilita não só fazer a sondagem do fundo como da superfície, contribuindo, com suas informações, para alimentar o computador central de navegação, que também recebe dados de outros equipamentos.

Os meios empregados nas comunicações externas são: o telefone submarino e os transceptores de UHF e VHF, que podem transmitir e receber por meio de uma antena retrátil ("stab"), instalada no mastro telescópico de comunicações.

ARMAMENTO

Os esforços da tripulação perduram até o emprego do armamento, o qual consiste no lançamento de torpedos ou de minas. Para realizar operações de minagem o "U212" dispõe de um "cinturão de minas", também existente nos classes "206" e "206A", o qual é transportado externamente, sobre o convés. Essas minas são libertadas dos seus alojamentos, localizados verticalmente no cinturão.

O torpedo é o armamento clássico do submarino e este, a sua clássica plataforma lançadora. Na "Esquadra 2005" somente os submarinos possuirão torpedos contra alvos de superfície. Como para o "U206A", o "U212" será dotado com o torpedo pesado guiado a fio DM2A37, o qual possuirá um sonar melhorado, uma nova "inteligência eletrônica" e uma nova pistola de combate. Esse torpedo deverá estar pronto e entregue entre 1993 e 1996. Espera-se que, até a virada do século, seja desenvolvido um sistema de propulsão para esses torpedos, em cooperação com a França e a Itália, capacitando-os a desenvolver velocidades mais elevadas. A denominação do novo torpedo passará, então, a ser DM2A4. Os torpedos pesados, dotados no "U212" serão de duplo emprego, isto é, poderão ser empregados contra alvos de superfície e contra submarinos.

O "U212" terá seis tubos de lançamento na proa, a serem fabricados pela firma HDW (antes era pela Krupp MAK). Os torpedos reservas serão armazenados a ré dos tubos, em berços a este fim destinados. O disparo será realizado por meio de pressão hi-



drodinâmica e o torpedo não mais sairá do tubo com as próprias máquinas (técnica de lançamento "swim out"), o que evitará problemas de ruídos, especialmente para um torpedo de elevada velocidade ("sprinter"), como o DM2A4, caso fossem lançados em "swim out".

CONCLUSÕES

Com o classe "212" a Marinha alemã receberá um moderno submarino para a "Esquadra 2005", cuja qualidade permitirá uma redução numérica (aproximadamente pela metade) de unidades de outras flotilhas e não apenas da Flotilha de Submarinos. Isso representará uma substituição de quantidade por qualidade, mantendo o poder combatente da Esquadra e, também, o do seu componente submarino, apesar de uma redução de meios. A nova flotilha será formada através de uma série de programas de construção (precisamente três lotes) a longo prazo, que deverá corresponder aos desenvolvimentos tecnológicos do futuro próximo. O projeto do "U212", todavia, só pode ser definido, agora, como um projeto básico, porque ele prevê enormes saltos tecnológicos, além de um melhoramento revolucionário do sistema de propulsão.

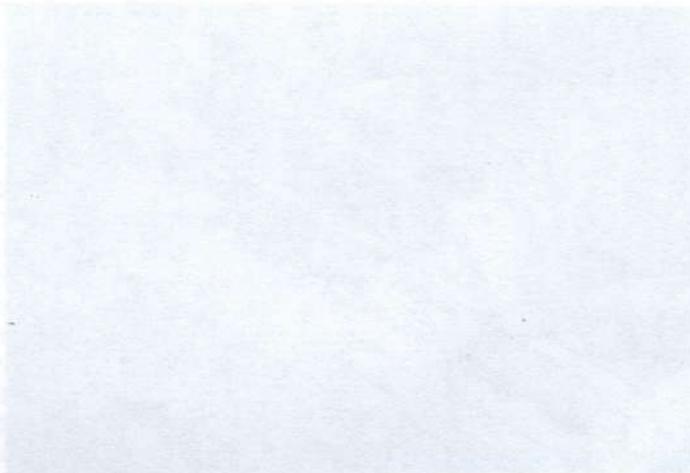
Na sua definição de objetivos para a "Esquadra 2005", a Marinha alemã anunciou e fundamentou a necessidade de 10 a 14 submarinos modernos. O atendimento à essa necessidade deverá ocorrer de tal

maneira que o primeiro lote de quatro submarinos da classe "212" deverá estar concluído entre 1998 a 2000. Após o ano 2005, seguir-se-ão mais dois lotes, um de três, outro de quatro unidades.

CARACTERÍSTICAS E PRINCIPAIS DADOS TÉCNICOS DO "U212"

Deslocamento	1.320 t
Comprimento	51 m
Boca	6.90 m
Máquinas	componente anaeróbio de células de combustível; planta diesel-elétrica com motor MTU 396, MEP PERMASYN (Siemens) e baterias de elementos chumbo-ácido.
Sensores	sistemas sonar DBQS-21DG e DBQS-90FTC e periscópios.. SERO 14 e SERO 15, com sensores IV e telémetro "laser".
Armamento	torpedos DM2A3 (6 tubos) e cinturão de minas.
Tripulação	23 (em tempo de paz).

A sigla DM ("Deutsches Modell") indica a versão do torpedo SUT, da firma AEG Telefunken, empregado na Marinha Alemã. (N. do T.).





O SUBMARINO SOVIÉTICO KOMSOMOLETS ERA ULTRA SECRETO, MOVIDO A ENERGIA NUCLEAR E FRACASSOU

Capitão-de-Mar-e-Guerra
CARLOS EMILIO RAFFO JR.

"Bem abaixo da superfície do gelado mar da Noruega, talvez a uma profundidade de 2000 pés, o submarino estava navegando quieto e velozmente. Com seu duro casco de titânio e seu reator nuclear resfriado por metal líquido, o submarino de ataque da classe Mike, de 361 pés de comprimento, era um dos mais rápidos e que mergulhava mais fundo, do inventário da frota de Moscou. Então, ao final de uma manhã da semana passada, o pior pesadelo para um submarino tornou-se realidade: incêndio a bordo. O sub manobrou para vir à superfície, cerca de 320 milhas ao largo da costa norte da Noruega. Tão logo emergiu, muitos dos 95 homens da tripulação conseguiram guarnecer os botes salva-vidas e remaram se afastando. Uma pequena flotilha de barcos soviéticos tratou de aproximar-se do local do incidente para recolher os sobreviventes e tentar rebocar o submarino para um local seguro. No entanto, o mar encapelado e os fortes ventos de até 46 nós, muito cedo, frustraram quase todos os esforços. Cerca de seis horas após a situação de emergência ter se apresentado, o submarino afundou em local de profundidade maior que 4500 pés, onde, mesmo um casco ultra-resistente seria "amarrotado" como uma folha de papel. Pelo menos 50 tripulantes morreram no acidente."

Com essas palavras, um tanto sensacionalistas e nem sempre verdadeiras, a revista "Time", exemplar de 17 de abril de 1989, inicia o relato do desastre que levou à perda total de um dos mais modernos submarinos soviéticos, até então construídos.

O relato que se segue é o resultado do muito que foi lido e ouvido sobre esse acidente, com dados compilados de vários jornais e revistas técnicas, inclusive soviéticas, o que permitiu ordenar fatos e produzir uma sequência cronológica dos acontecimentos, em linguagem de submarinista, para que se possa colher ensinamentos, sempre úteis àqueles que operam nas profundezas.

O Capitão-de-Mar-e-Guerra Yevgenly Vanin estava conduzindo sua primeira patrulha de combate

num submarino soviético ultra-secreto, o único de sua classe até então construído.

O submarino nuclear, chamado "Komsomolets" e conhecido como "Mike" pelo código da OTAN, estava a 112 milhas a sudoeste da ilha norueguesa "Bear" e navegando através das águas geladas próximas do Círculo Ártico, numa cota de 162 pés. Tripulado por 69 homens, estava armado com dez torpedos, dois dos quais com cabeça nuclear.

Às 11:45 horas do dia 07 de abril de 1989, o submarino enviou uma mensagem-rádio operativa para o Comando da Esquadra do Norte e para o estado-Maior da Marinha, em severomorsk, a qual, sucintamente, comunicava um pesadelo do submarinista: incêndio a bordo.

Antes do fim do dia, Vanin e 41 dos seus homens estavam mortos e o "Komsomolets" jazia no fundo do mar, 4900 pés abaixo da superfície.



Submarino Russo da classe "MIKE"

Os frios detalhes das últimas poucas horas de vida da tripulação não foram obtidos de relatórios ultra-sigilosos da CIA, mas sim da imprensa soviética, a qual, pela primeira vez, praticou a política da "glasnot", abrindo informações da normalmente "silenciosa" Marinha Soviética. A imprensa também tornou público para o povo soviético e para o resto do mundo que o submarino possuía um casco caríssimo feito de titânio, mais leve e mais resistente que o aço.

Lançado ao mar em 1983, o submarino podia atingir uma cota de 3200 pés, segundo dados fornecidos pela Marinha Soviética, significativamente mais



fundo do que qualquer submarino até então em operação no mundo.

Os detalhes das últimas horas do submarino foram baseados em entrevistas com os sobreviventes, nos comunicados oficiais da Marinha Soviética publicados nos jornais Pravda, Komsomol Pravda e Izvestiya, no jornal militar Estrela Vermelha, na revista O-gonyok, em vários jornais e revistas ocidentais e em notícias de televisão e rádio.

De acordo com as informações obtidas, o incêndio do "Komsomolets" começou logo após 11:00 horas, com um curto circuito do compartimento a ré, o último de sete que dividiam o navio em seções estaques. Em poucos minutos, o submarino estava na superfície e o compartimento de ré estava isolado para cortar o oxigênio que alimentava o fogo.

Vanin, no entanto, não sabia que o fogo já tinha se propagado para o compartimento adjacente e que curtos circuitos tinham provocado pequenos incêndios através do navio, incluindo a praça de bombas, no quarto compartimento, e console de governo, no terceiro compartimento.

De acordo com o procedimento padrão em caso de incêndio a bordo de submarinos, o Comandante isolou o compartimento de ré, mas isto tornou-se inútil quando uma rede de ar de alta pressão rompeu-se, enchendo aquele compartimento com oxigênio e espalhando os metais de brasa, que causaram um violento incêndio.

a tripulação lutou desesperadamente contra o fogo, mas a temperatura e a pressão elevaram-se rapidamente dentro do submarino. A fumaça tomou conta de todo o interior do navio.

Às 15:18 horas, Vanin transmitiu uma mensagem para terra informando que o fogo estava sendo controlado pelo isolamento de partes de submarino. Ele informou também que nenhuma água havia penetrado no interior do casco resistente. Às 16:50 horas, uma outra mensagem foi recebida dizendo que o incêndio ainda estava sendo combatido.

A primeira mensagem de Vanin foi truncada e os rádios-operadores de terra não tinham certeza da posição do submarino. Além disso, entendendo que Vanin tinha o fogo sob controle, a base levou uma hora para acusar e disseminar o sinal de emergência transmitido pelo submarino.

Vanin também, aparentemente, pensou que o fogo podia ser controlado nos dois compartimentos a ré. O submarino tinha perdido velocidade, mas parecia não haver perigo de afundamento e o comandante

imaginou que o seu navio poderia ser rebocado para um local seguro.

No entanto, os cabos elétricos que passam através dos compartimentos derreteram e apareceram fuos através da capeação. O calor dentro do submarino, em contraposição à baixa temperatura da água no exterior, provocou rachaduras no casco de titânio reforçado e a água começou a merejar para dentro dos sexto e sétimo compartimentos. Os tripulantes ouviram explosões, que podiam ter sido das sete cargas fixadas externamente ao casco. Como o "Komsomolets" podia mergulhar tão fundo, o lastro de água não podia ser esgotado como num submarino normal, por causa da pressão. Desta forma, em emergência, cargas explosivas eram usadas para esgotar os tanques de lastro e trazer rapidamente o submarino à superfície. Essas explosões, na superfície, possivelmente danificaram o casco resistente, deixando entrar água para o interior do navio.

Vanin sabia que o seu navio podia flutuar com água em um compartimento, mas não em dois; o submarino começou a adernar.

O sistema de ar de salvamento foi ativado. Os tripulantes conectaram suas máscaras e as colocaram, esperando poder respirar e assim livrarem-se da fumaça que enchia todo o interior do submarino. Mais uma vez o azar se fazia presente, pois um vazamento no sistema contaminou o ar puro com fumaça e gases letais.

Temendo que o reator fundisse, o Capitão-de-Corveta Igor Orlov determinou seu "shut down" e observou os termômetros até que a temperatura do sistema primário de resfriamento atingisse 93°F, fora da zona de perigo.

"Eu inspecionei o quadro de controle central uma última vez e me lembro perfeitamente das indicações dos diversos medidores", disse Orlov.

Vanin ordenou que todos subissem para o convés, onde o ar frio era insuportável e as ondas atingiam a altura de 2 a 3 metros. A neve era trazida pelos ventos fortes e um denso nevoeiro cobria toda a área marítima. Os tripulantes saltaram na água e empilharam-se nos botes salva-vidas, mas eram tantos que as embarcações flutuavam com dificuldade, pois o peso literalmente as afundava. Ainda haviam outros naufragos que tentavam se segurar aos botes com "unhas e dentes".

Três horas após o início do incêndio, uma aeronave sobrevoou o local e lançou mais botes salva-vidas, mas eles caíram a 300 metros dos homens que estavam na água. "Ninguém tente nadar até eles pois

os botes não vão permanecer flutuando por muito tempo", ordenou o Comandante Boris Kolyada, que era o Oficial mais antigo do submarino, possivelmente o Comissário Político, sempre existente a bordo de todos os navios de guerra soviéticos.

Um pescador soviético, o "Aleksey Khlobystov", foi o primeiro a chegar no local do acidente. Foram lançadas lanchas para salvar os náufragos. Alguns dos homens já estavam na água por mais de uma hora e três não resistiram à baixa temperatura e morreram a bordo do pescador.

Os sobreviventes foram levados para o cruzador de mísseis "Kirov" que tinha demandado a cena do desastre, à máxima velocidade, partindo do porto de Severomorsk, a 500 milhas de distância.



Local do naufrágio do Submarino "KOMSOMOLETS"

Vanin conduziu seus homens para fora do submarino e os seguiu até o convés. Mas, com receio de que alguns tivessem permanecido no interior do navio, talvez incapacitados de escapar por causa da fumaça, resolveu voltar para dentro do submarino. Ele encontrou quatro homens e ordenou-lhes que fossem para a esfera de salvamento. Neste momento, eram 17:15 horas, cerca de seis horas após o início do fogo a bordo e o "Komsomolets" começava a afundar.

A esfera é uma câmara estanque que pode ser liberada do submarino, vindo para a superfície no caso de uma emergência. Poucos submarinos no mundo, como os construídos pela Alemanha Ocidental para a Marinha da Índia, possuem tal dispositivo, conhecido como esfera de salvamento.

Logo que os cinco homens entraram e fecharam a escotilha da esfera, eles sentiram que o submarino começou a afundar pelo peso da água no seu interior. Um dos homens relatou que um som terrível de algo se rachando foi ouvido. Nós imaginamos que as cavernas do casco resistente tinham começado a entrar em colapso por causa da pressão da água.

Nesse ínterim, o ponteiro do manômetro de profundidade da esfera de salvamento, que estava sendo observado com a máxima atenção pelo Comandante, emperrou indicando 1300 pés. "Isto significava que nós já estávamos a uma profundidade maior que esta".

Os homens lutaram desesperadamente para liberar a esfera do casco do submarino. Eles utilizaram uma pesada ferramenta de ferro para tentar girar a trava que prende a esfera ao submarino, mas a ferramenta empenou sem sequer mexer o mecanismo de escape.

Um sobrevivente recordou: "Bem, nós estamos prestes a ser esmagados, alguém disse. "Repentinamente, ouvimos uma explosão abaixo de onde estávamos". "A esfera deve ter se liberado", exultou Vanin, quase não acreditando e, imediatamente, determinou: "Todos vistam seus equipamentos de respiração para salvamento."

Finalmente, livre do casco do submarino sinistrado, a esfera "disparou" para a superfície, com cinco homens no seu interior. O submarino continuou sua descida em direção ao fundo do mar. Como a pequena esfera ascendeu velozmente, a redução de pressão externa fez com que o ar dentro da câmara se expandisse rapidamente e quando a esfera estava próxima à superfície, a pressão interna, ainda muito grande, provocou o arrancamento da escotilha, lançando um dos homens ao mar, violentamente, onde veio a afogar-se.

"Eu também estava semi-afogado, ao lado de fora da esfera, tendo perdido meu equipamento de respiração, quando da perda da escotilha", relatou o único sobrevivente da esfera de salvamento. "A água invadiu rapidamente a esfera; eu consegui escapar com muita dificuldade".



Vanin e os outros dois homens não conseguiram sair da esfera, que afundou, seguindo o "Komsomolets" para o fundo, onde ele ficará para sempre.

O afundamento do "Komsomolets" causou grande impacto na Marinha Soviética. O submarino protótipo representava o estado-da-arte dos projetos soviéticos, impressionante o suficiente para ter causado imediata preocupação em Washington porque a superioridade americana na guerra submarina estava ameaçada.

O submarino da classe "Mike" foi comissionado em 1984 e era o único de sua classe em serviço. Especialistas acreditam que ele foi utilizado para testar novos projeto e sistema de propulsão.

Esse afundamento marcou, pelo menos até onde se sabe, a quinta perda de submarinos soviéticos, em 30 anos. O mais recente desastre foi um classe "Yankee" que incendiou e afundou no Atlânti-

co, em outubro de 1986. Três tripulantes morreram no acidente, que ocorreu a mil milhas da costa da Carolina do Norte, EUA.

Na União Soviética, a perda do "Komsomolets" provocou um notável e amplo debate público sobre a segurança dos submarinos.

Gavriil Popov, um economista reformador, eleito deputado do Congresso do Povo, disse: "Nós ainda não conseguimos entender que homens adestrados e qualificados são mais importantes que qualquer equipamento que eles venham a operar". A afirmativa é puramente retórica, mas até que melhores sistemas de salvamento sejam desenvolvidos, os homens presos em submarinos nas profundezas pagarão com suas vidas um preço maior do que Jonas na barriga da baleia. O profeta, pelo menos, podia ter a esperança da intervenção Divina.

EXPERIÊNCIA DO CURSO EXPEDITO DE ATUALIZAÇÃO PARA FUTUROS COMANDANTES DE SUBMARINOS (C-EXP-AFCOS)

CF FLÁVIO DE MORAES LEME

Atenção Equipe de Ataque, submarino na Zona de Patrulha ZULU, no rumo 180º, máquinas adiante devagar na cota periscópica. Nossa tarefa é destruir a Fragata inimiga classe Charlie que, por informações, transitará pela área. Começava assim o nosso primeiro adestramento no Treinador de Ataque (TA). As palavras fluíam com um certo embaraço fruto da emoção, natural, do primeiro exercício.

- Varredura do horizonte, iça o UNO (periscópio de ataque);
- Efetuada varredura, avistado um contato, identificado como nosso alvo. É minha intenção atacá-lo com três torpedos de corrida reta, pelo método de cheque de marcação. Comprimento do alvo 300 pés, altura das ondas 3 pés, profundidade de corrida 10 pés,

profundidade de lançamento 50 pés. Coordenador preparar tubos 1, 2, 3 com salva anti-navio e tubos 4, 5, 6 com salva anti-escolta, exceto abertura de comportas.

A fraseologia, cuja importância foi ressaltada pelo instrutor, foi o primeiro obstáculo a ser vencido; em seguida uma respiração profunda para relaxar; a mente começa a trabalhar para o próximo evento:

- Observação inicial do contato, iça o UNO;
- Marcação-Top; auxiliar canta 200º;
- Distância-Top; auxiliar canta 11 na de 80;
- Arria o UNO;
- Ângulo de Proa BE 10;
- Distância 7.200 jardas;



– Intervalo de Observação (IO) 5 minutos;

Realizada a primeira observação, o instrutor questiona o tempo e a velocidade de ataque. São dados importantes para a continuação do ataque.

Os cálculos, a princípio, demoram a sair; consultamos a PAC, a mesa de plotagem e determinamos o rumo e a velocidade para interceptar o alvo, na posição ótima para o lançamento dos torpedos.

O alvo aproxima-se, os intervalos de observação diminuem, a varredura de horizonte atropela a observação do contato, o instrutor pede um "milestone", o alvo passa e o ataque não é realizado.

Uma sensação de frustração. O instrutor nos consola: a primeira vez é assim mesmo, normalmente acontece o mesmo com todos.

Os exercícios prosseguem; os oficiais-alunos revezam-se no guarnecimento de funções da EDA; aos poucos vamos observando o nosso crescimento.

As dificuldades iniciais vão sendo superadas, o controle emocional melhora, os cálculos mentais já são realizados com menos dificuldade.

A medida que cresce o adestramento, cresce o número de contatos: são dois, três escoltas e mais o corpo principal.

Aumenta também o número de cronógrafos para controlar o IO. Três na cintura, um no pescoço e mais um pendurado próximo ao periscópio para controlar a varredura do horizonte.

O crescimento de cada oficial-aluno começa a ser notável. Aquilo que parecia impossível no início do curso, já era realizado sem muitas dificuldades; era apenas uma questão de treinamento. Os comentários realizados pelos instrutores ao término de cada corrida permitiam a correção de nossos erros de

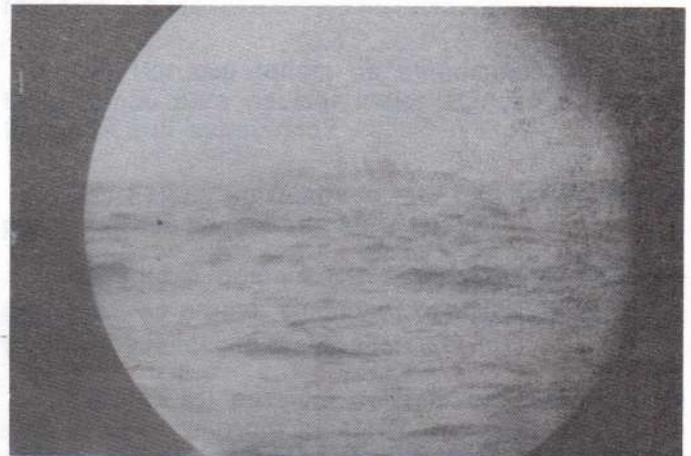
modo a melhorar a performance para o próximo exercício.

Ao término da primeira fase, realizamos cerca de 150 corridas, de vários tipos, correspondendo a uma média de 30 corridas para cada oficial-aluno.

Estávamos prontos para a fase de segurança no mar; o treinamento no TA dá-nos a confiança necessária para a próxima etapa.

Embarcamos no S. Humaitá para duas semanas de exercícios, sentindo a responsabilidade de ter o submarino nas mãos para a condução dos ataques.

A Esquadra alocou os meios necessários para o curso: três contratorpedeiros. Tínhamos consciência da importância e do custo da realização do curso e nos empenhávamos para justificar o esforço dispendido pela MB para a formação dos futuros Comandantes de Submarino.



Começava a fase de mar. Agora tudo era real. Os alvos efetivamente aproximavam-se e nos obrigavam a descer em emergência. Não podíamos vacilar,



as distâncias estadimétricas tinham que ser precisas, caso contrário o alvo poderia penetrar no "Go-Deep".

As corridas eram ininterruptas; o desempenho de cada oficial-aluno no mar melhorava dia-a-dia, aquilo que era um grande mistério transformou-se em desafio. Era só uma questão de adestramento, afinal tínhamos o mesmo embassamento teórico e prático.

O resultado desta etapa não poderia ser outro: vencemos com sucesso a fase de segurança.

Voltamos ao CIAMA para o início da fase tática.

Após uma breve recordação dos principais pontos teóricos, iniciamos nossos planejamentos.

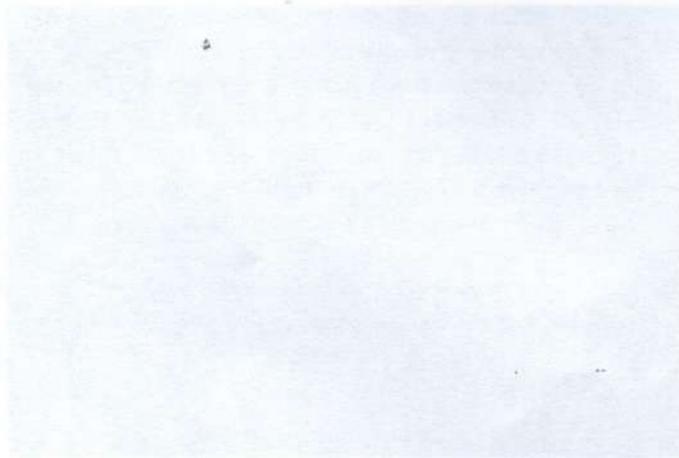
A última etapa do curso foi realizada a bordo do S. Amazonas, que participava da Operação Tropicallex em Salvador.

A nossa participação na Tropicallex possibilitou-nos conhecer as diversas situações vividas por um Comandante de submarino operativo: trânsito com ameaça aérea, patrulha, penetração de cobertura, ataque ao corpo principal e realização de operações especiais.

A experiência foi a melhor possível, estávamos satisfeitos com os resultados obtidos. A fase tática foi o coroamento do nosso curso.

Após oito semanas praticando exaustivamente vários exercícios, reais e simulados, vem a agradável sensação do desafio vencido.

O curso, havia, indubitavelmente, aprimorado o nosso preparo profissional para o desempenho do ambicionado e honroso cargo de Comandante de Submarino.





No início do próximo século teremos nosso primeiro submarino nuclear de ataque. Qual será sua principal tarefa? Atenderá, no caso de um conflito, ao objetivo de negar o uso do nosso mar territorial pelo inimigo? O artigo a seguir, escrito pelo Capitão-de-Corveta P, Kewin Peppe, Imediato do Submarino Groton da Marinha dos Estados Unidos, nos ajuda a refletir sobre o assunto.

SUBMARINOS DE ATAQUE DEVEM: ATACAR! ATACAR! ATACAR!

PROCEEDINGS/Setembro 1991
TRADUÇÃO: CRISTIANE SILVA LIMA e
CT LUIZ CLÁUDIO PEIXOTO DE AZEVEDO

O submarino nuclear de ataque¹ é tão versátil que muitas vezes é requisitado para missões erradas, tanto sob o ponto de vista estratégico, como no tático. Veremos, inicialmente, importantes papéis que um submarino de ataque não deve desempenhar:

– Prover proteção ASW² para formaturas de navios.

Existem outros meios ASW, aéreos e de superfície, que são mais adequados para este tipo de tarefa. Navios de superfície equipados com sonar rebocado, como o SQR-19, operados por oficiais e praças habilidosos e que conheçam acústica submarina, são excelentes plataformas de busca submarina. Por outro lado, talvez não exista melhor embarcação de ataque ASW do que os helicópteros. O LAMPS MR III é um exemplo. Esta combinação de meios para busca e ataque é capaz de converter, em minutos, um contato na zona de detecção em um rápido e preciso ataque torpédico. Substituem, desta forma, os submarinos de ataque no apoio à formaturas de forma inteligente, liberando-os para sua verdadeira função.

– Conduzir operações contra Submarinos Nucleares com Mísseis Balísticos.³

O submarino de ataque é tão silencioso que o risco que sofreria em uma operação contra um lento submarino dotado de mísseis balísticos é quase insignificante. Isto não implica que ele possa ser ignorado. Ao invés de utilizar submarinos de ataque, uma grande quantidade de recursos para busca, tais como radar aéreo, sonar rebocado, sensores visuais e infravermelho deveriam ser usados. Os melhores recursos de longo alcance que a Marinha Americana possui são aerotransportados. Eles são rápidos, sensíveis e muito precisos. O P-3 ORION continua sendo o maior destruidor de submarinos com mísseis balísticos.

– Apoiar Operações Especiais.

A discrição que um submarino de ataque possui não visa sua participação em operações especiais. Sem dúvida é um papel atraente. Quanto mais a atenção se voltar para conflitos de baixa intensidade, haverá cada vez mais pressão para se usar os submarinos de ataque nestes tipos de operações.

A habilidade para colocar tropas muito bem treinadas em terra firme no momento e local certo é importante. Em algumas circunstâncias a presença destes pode acabar completamente com uma situação de crise. Esta é certamente uma missão para

1 – São conhecidos como SSN (Attack submarine, nuclear powered), submarinos de ataque com propulsão nuclear.

2 – ASW (anti-submarine warfare) guerra anti-submarino.

3 – SSBN (Ballistic missile submarine, nuclear powered) submarino nuclear com mísseis balísticos

submarinos, mas não é uma missão de ataque que exija rapidez. Existe um grande e convincente número de opiniões de especialistas que diz que o velho submarino com mísseis balísticos deveria ser reconfigurado para esta tarefa. A Electric Boat e a Newport News – construtores de submarinos americanos – sempre frenéticos por novos trabalhos, abraçariam facilmente este projeto.

– O que o Submarino de Ataque deve fazer?

A resposta é simples: Atacar! Atacar! Atacar!

Esta é a tarefa de um submarino nuclear de ataque. Outros submarinos, navios de guerra e mercantes – qualquer navio que navega os oceanos – são presas fáceis. Colocando de maneira mais clara, não há melhor navio para negar o mar ao inimigo que o submarino de ataque. Qualquer simples submarino da classe "Los Angeles" é capaz de colocar qualquer frota inimiga no fundo. É provavelmente o único meio naval que pode manter esta audaciosa pretensão. Adequadamente posicionado, mergulhado próximo a saída de porto do inimigo, o submarino de ataque pode afundar navios de superfície tão rápido quanto eles apareçam, permanecendo praticamente imune a qualquer operação anti-submarino. Executando-se talvez a Grã-Bretanha, França e a C.E.I., nenhum país tem se aproximado ao nível de sofisticação necessário para contra atacar com sucesso um submarino nuclear de ataque dos Estados Unidos.

Infelizmente esta importante missão não é o que a Força de Submarinos faz de melhor. Nossa capacidade contra navios de superfície é, na melhor das hipóteses, adequada. Em operações de guerra anti-submarino, nós levamos vantagem, nós praticamos ASW o tempo todo. Mas nas operações de guerra contra navios de superfície em cotas profundas, quando é realizado o chamado ataque sonar, que deveriam ser nossa tarefa mais importante, há ainda muito o que melhorar.

O sucesso neste tipo de ataque está relacionado com as habilidades do submarino em: procurar e detectar o inimigo, se aproximar corretamente do alvo desejado, atacar com as melhores armas disponíveis, evadir-se e reatacar se necessário.

Durante todas as fases de ataque descritas acima, há um fator que geralmente dita o sucesso ou o fracasso da missão: a discricção. Se o submarino per-

manecer escondido é imbatível. Se for detectado, pode ser atacado e possivelmente afundado. Mas existem maneiras de aperfeiçoarmos os submarinos de ataque, tornando-os ainda melhores.

– Busca e Detecção

O Comando Naval de Sistemas Submarinos⁴ fornece aos submarinos o melhor sistema sonar do mundo. Esta permanece sendo nossa arma crucial de guerra contra um futuro incerto.

Fora do meio acústico, contudo, nós podemos nos aperfeiçoar. Os submarinos da classe "Los Angeles" são conhecidos pela sua pobre capacidade eletrônica. Instalações com melhores equipamentos eletrônicos e treinamento associado devem ser acelerados. É imperativo que os equipamentos a serem instalados para ataques sonar sejam totalmente capacitados com recursos eletrônicos.

Muito é feito a favor da capacidade de, através de satélites de órbita baixa, detectar e identificar inimigos no mar e em terra. Mas há que se ter cautela quanto ao fato de ficarmos muito confiantes neste sensor controlado nacionalmente. É impressionante como funcionam, nuvens o cobrem e não o cegam, suas informações chegam ao submarino de maneira muito oportuna. Mas ele nunca poderá substituir os sensores de bordo.

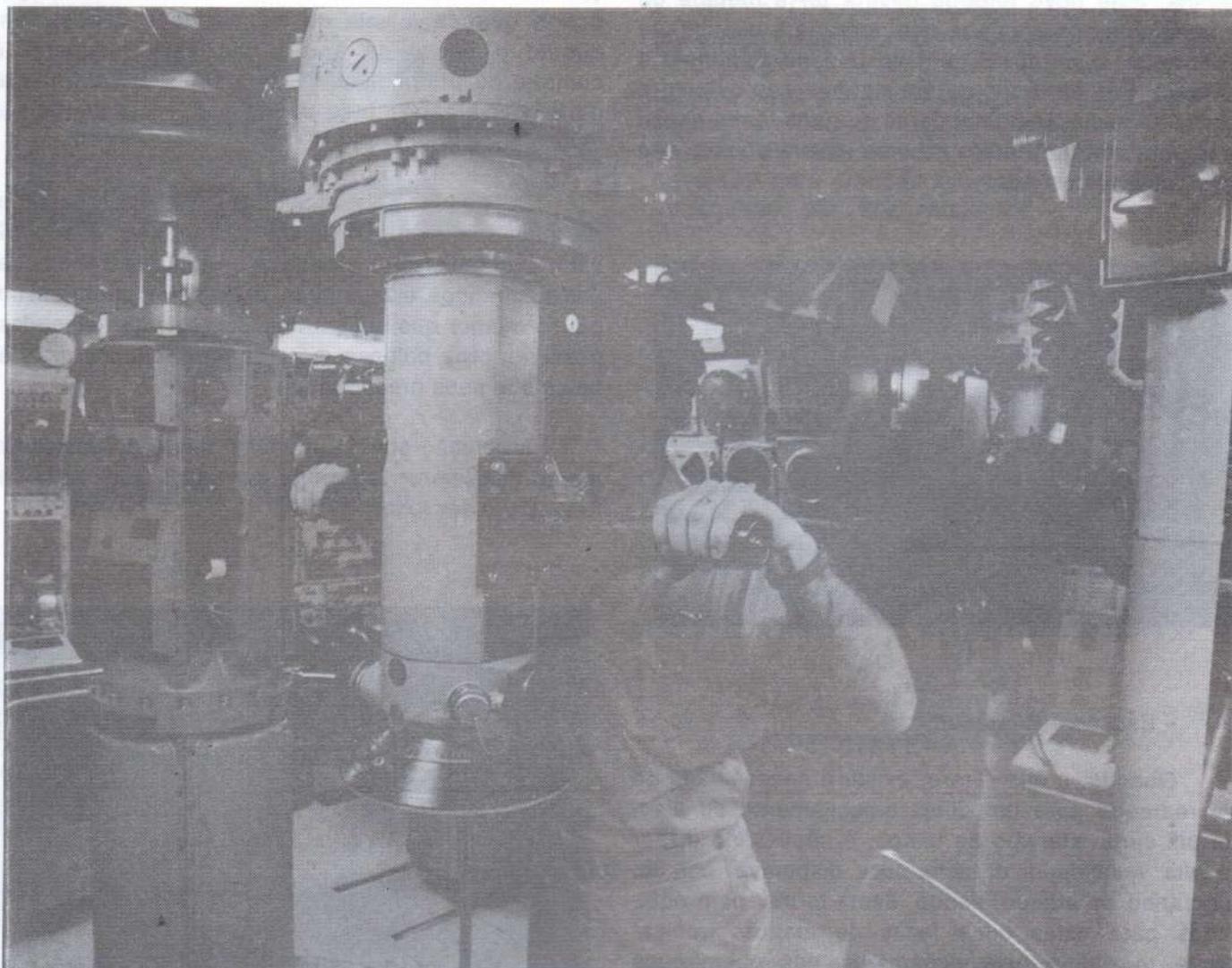
– Localização e Identificação.

Tendo detectado um possível navio de guerra inimigo, um submarino deve identificá-lo completamente, se aproximar agressivamente e se posicionar do modo mais eficaz para seu armamento. Às vezes as pistas eletrônicas ou acústicas fazem fáceis as identificações. Mais frequentemente a melhor e mais segura identificação é a visual. E para isto, exceto no escuro ou na névoa, os submarinos de ataque têm excelente equipamentos.

Muito tem sido feito pela capacidade visual noturna para Aeronáutica e Exército. A Marinha também tem experimentado uma variedade de periscópios infra-vermelhos, alguns bons, outros ruins, todos sofrendo do pavoroso fenômeno "Water-Wash"⁵. Quando a superfície de qualquer instrumento infra-vermelho tem contato com a água ele entra em equilíbrio térmico, uma condição inaceitável para um instrumento que deve ser capaz de detectar diferenças de temperatura.

4 – Naval Undersea Systems Command.

5 – "Water-Wash" (lavagem com água). Utiliza-se a expressão "lavar o periscópio" quando a água do mar cobre o periscópio durante um pequeno intervalo de tempo.



Outro problema é que esses periscópios infravermelhos especiais frequentemente substituem os periscópios da 2ª Guerra Mundial. E quando o "tiro-teio" começa, na hora em que a mágica tecnológica, que nossos mais avançados periscópios possuem, tende a falhar, os simples, velhos, mas seguros periscópios dos Fleet-Types/Guppies podem continuar fazendo este trabalho.

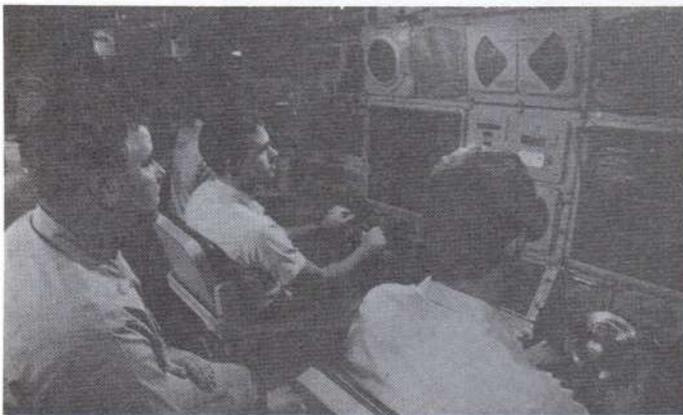
– Armamento.

Tudo mais ficará reduzido a nada se nós não formos capazes de colocar nosso torpedo sobre o alvo, e o armamento dos submarinos de ataque deve ser aperfeiçoado. Os torpedos utilizados contam com sonares para busca, localização e ataque. São excelentes armas contra alvos submersos, operando em águas relativamente profundas. No entanto, em á-



guas rasas, a lama influencia na acústica, e o torpedo se torna muito confuso.

Nós precisamos de um torpedo mais eficaz, que seja capaz de aniquilar a maioria dos navios de superfície. Este novo torpedo deverá ter a metade do comprimento dos atuais, o que dobraria a quantidade de torpedos à bordo. E também deveria dispensar a guiagem a fio em troca de um sistema que detecte a esteira do navio. O Comandante que não tenha habilidade para acertar através de uma esteira do alvo não deve estar no comando



- Evasão e Reataque.

Quando, o que é raro, existe a necessidade de um reataque para um difícil aniquilamento do alvo, em um curto intervalo de tempo, é necessário dispor de alta velocidade, característica disponível por um submarino de ataque, sendo, desta forma, bem equipados para estas duas fases do ataque. Ironicamente, o último aperfeiçoamento dos submarinos para ataques sonar que precisa ser testado é o controle de cota⁶ próximo da superfície, com baixa velocidade na cota periscópica⁷ e com estado do mar maior que 2.

Mesmo efetuando um ataque sonar, poderá ser necessária, durante a classificação do alvo, uma ida a cota periscópica⁷. Temos, então, em uma parte significativa de tempo o submarino operando próximo à superfície, com mastros içados, com baixa veloci-

dade. Velocidades maiores que 5 nós fazem com que o submarino fique vulnerável a detecção visual devido à esteira de seus mastros. Mesmo as mais antigas forças anti-subamrinos podem transformar uma detecção de esteira em um ataque fatal. Pior situação ocorre quando a vela do submarino é exposta enquanto o oficial de águas luta para recuperar o controle de profundidade. Certamente precisamos aperfeiçoar a capacidade de manter a cota em baixas velocidades.

Desde os mais antigos submarinos nucleares de ataque, a manutenção da cota próximo à superfície e com baixas velocidades, é uma tarefa trabalhosa. Os submarinos classe "Los Angeles" manobram um pouco melhor que seus antecessores. Aperfeiçoados, possuem proa bulbosa e lemes posicionados mais abaixo que seus precedentes.

A solução óbvia é mudar a altura do posicionamento dos lemes. Isto pode ser difícil, mas pode ser feito. Deve ser feito.



Nestes dias de rápidas mudanças nas condições geopolíticas e diminuição com gastos de defesa, é mister definir as missões e objetivos em que a Marinha Americana deve concentrar os seus esforços. O submarino nuclear é uma boa meta, ca-

6 - cota - profundidade em que se encontra o submarino, medida da superfície até a face inferior da quilha.

7 - cota periscópica - cota na qual o submarino pode realizar observações com o periscópio.

paz de atender a uma variedade de tarefas. Desde operações especiais de reconhecimento até como neutralizador estratégico, negando áreas ao inimigo. Ele estará sempre pronto para ser usado.

Mas lembremos que não há nenhuma máquina de guerra melhor que o submarino nuclear de ataque para realizar ataques à vasos de guerra ou navios mercantes, ataques periscópicos ou sonar.

Nossas táticas e equipamentos devem aproveitar o máximo da capacidade deste poderoso submersível. É hora de deixar de lado as divagações. A discussão sobre a ampla variedade de missões que o submarino nuclear de ataque pode desempenhar é "papo para chopp", o submarino de ataque precisa assumir a tarefa na qual apresenta melhor desempenho: atacar! Afundando a frota inimiga. Atacar! Negando o mar aos oponentes em qualquer hora ou lugar. Atacar!

A GUERRA SUBMARINA

TRADUZIDO POR: CMG C.E. RAFFO JR.

INTRODUÇÃO

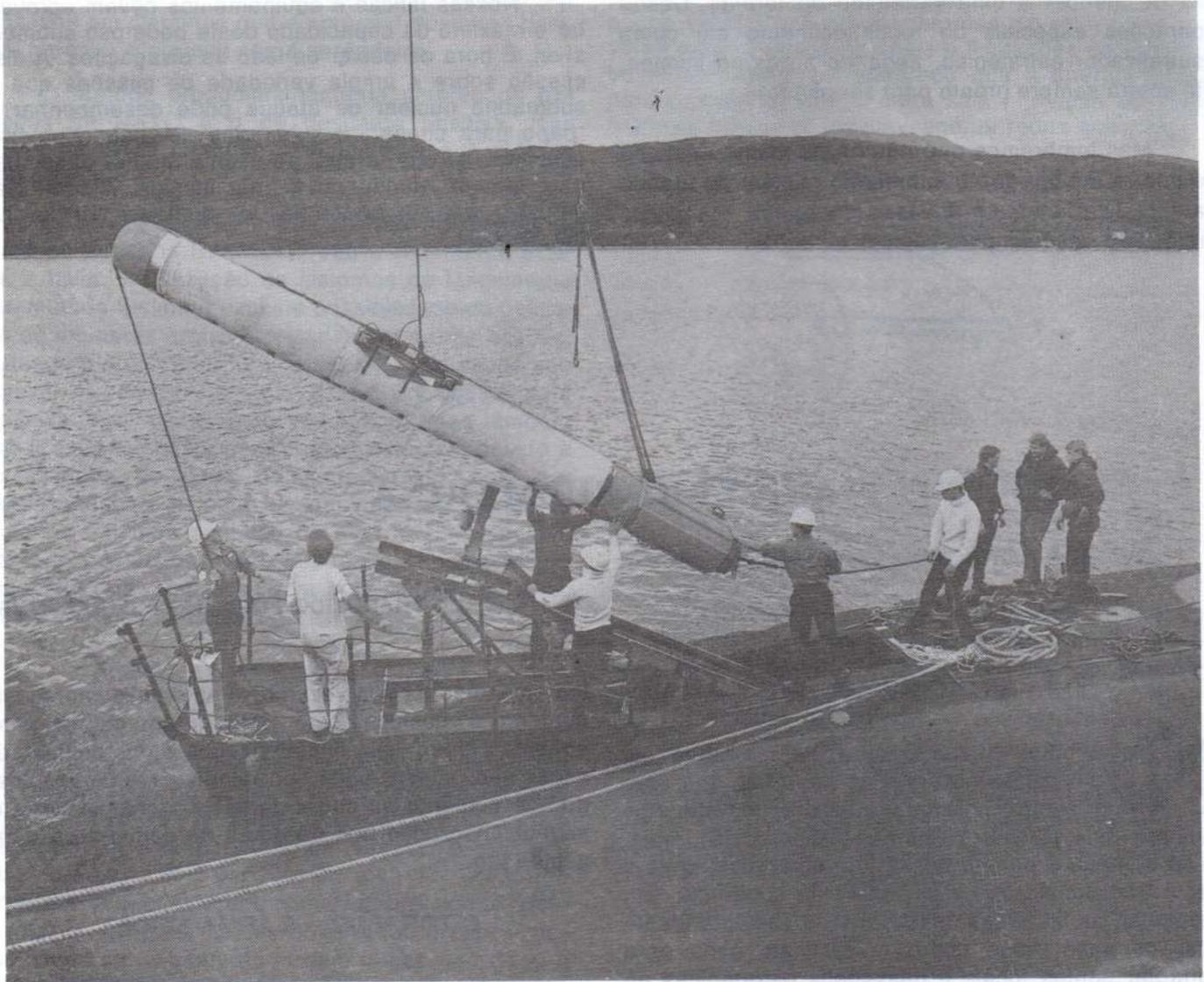
Nos últimos quarenta anos, tem existido um amplo consenso entre as Marinhas que operam submarinos que a tarefa primária dos submarinos é a Guerra Anti-Submarino (GAS). Hoje, já se começa a pensar que a tarefa principal volta a ser o tradicional ataque às forças de superfície. Em particular, as Marinhas desenvolvidas voltam a identificar os submarinos como muito mais úteis para controlar pontos focais e passagens estratégicas no sentido de impedir o trânsito de forças de superfície hostís. Existe uma outra mudança em andamento: apesar de opiniões em contrário, o submarino moderno está hoje com um custo tão alto que já deve ser considerado como um navio capital. Mesmo os submarinos convencionais (SSK) custam agora cerca de metade do preço de um submarino nuclear de ataque (SSN). Em outras palavras, o submarino passa a ser a "caça", em vez de "caçador".

Muitos especialistas em guerra submarina afirmam que não houve uma melhoria proporcional na capacidade do submarino que justifique o altíssimo aumento dos custos envolvidos. No passado, a maneira mais simples de aumentar a eficiência dos SSK e SSN era instalar sonares maiores e de baixa frequência, sistemas de processamento de dados mais elaborados e armas mais letais. este pacote de me-

lhoramentos, por sua vez, ditava automaticamente um aumento do deslocamento. Hoje, no entanto, os componentes eletrônicos miniaturizados e microminiaturizados são responsáveis por painéis mais compactos, grande aumento na capacidade de processamento e melhor integração dos sistemas de comando e direção de tiro.

O TORPEDO - A ARMA EFICAZ

Apesar de ter sido inventado há cerca de 120 anos atrás, o torpedo continua sendo a principal arma do submarino, pois percorreu um longo caminho de aperfeiçoamento desde o torpedo de corrida reta utilizado nas duas Guerras Mundiais. Muitos dos mais antigos torpedos pesados ainda estão em uso em várias Marinhas, mas o atual torpedo pesado (533-550 mm de diâmetro) é guiado a fio. Esses torpedos inteligentes operam sob comando positivo do lançador, ao longo de suas corridas, utilizando um comando a fio de duplo sentido, o qual é "pago" a partir de carretéis ("dispensers") localizados dentro do tubo lançador e do cone de ré do torpedo. Comandos são enviados do Sistema de Direção de Tiro para a arma e informações adicionais obtidas pela cabeça acústica do torpedo são realimentadas para o Sistema Controlador. O torpedo, desta forma, pode atuar como um sensor externo ao navio, permitindo uma muito maior flexibilidade às táticas submarinas.



A guagem a fio, no entanto, apresenta algumas desvantagens. Uma corrida de 10.000 metros, a 30 nós, por exemplo, tem uma duração de 10 minutos, durante a qual o tubo não pode ser recarregado. O risco de interferência mútua numa salva múltipla faz com que os atuais sistemas de controle de armas sejam projetados para guiar não mais do que dois torpedos, simultaneamente.

Uma arma relativa nova na guerra submarina é o míssil lançado em imersão, o qual ou é lançado de um tubo de torpedo dentro de uma cápsula de flutuabilidade neutra ou é disparado por um lançador vertical.

Quando ele aflora à superfície, assume uma inclinação pré-estabelecida, permitindo que o míssil inicie sua trajetória livre da água e assumam um perfil de voo normal. Existem dois tipos desses mísseis em

serviço: mísseis anti-navio, como o Sub-Harpoon e o Exocet SM-39, e os mísseis de cruzeiro, como o Tomahawk ou seu correspondente russo, o SS-N-21 "Sampson", também conhecido como "Tomahawski", pela Marinha Americana. Embora esses mísseis possam ser lançados em imersão, não denunciando a posição do submarino, a coluna de água e fumaça que aparece na superfície quando a arma aflora é uma excelente indicação visual para forças anti-submarino hostis.

AVANÇOS TÁTICOS

As táticas utilizadas pelas Forças de Submarinos ocidentais mudaram radicalmente, após a Segunda Guerra Mundial. Ao desaparecimento das Mari-nhas do Eixo seguiu-se uma ilusória idéia de que os

planos de Stalin para construir uma Marinha de grandes navios eram fantasias da comunidade de informações. A realidade mostrou que o crescimento do número de submarinos soviéticos em operação teve que ser contraposto com uma ênfase muito grande à guerra anti-submarino. É interessante ressaltar que durante a década de 80, quando a Marinha Soviética incorporou alvos de superfície tentadores ao seu inventário, as opiniões dos submarinistas, sobre serem a única arma anti-submarino eficaz, tornaram-se um tanto enfraquecidas.

O objetivo na guerra anti-submarino tem sido, geralmente, emboscar os submarinos hostís que tentam penetrar ou passar por uma barreira, tal como a existente entre a Groenlândia, Islândia e Reino Unido, conhecida como GIUK, ou através de um ponto focal. Isto implica na dependência de sensores passivos e secretos. O alvo é suposto ser um submarino esnorqueando e cavitando, na cota periscópica e a baixa velocidade. O submarino atacante deve permanecer parado ou em velocidade muito pequena, desta forma reduzindo seu nível de ruído próprio e aumentando o alcance de seus sensores. A velocidade do alvo em trânsito seria determinada pela contagem do batimento das pás, em conjunto com a reite de marcações, o que permite ao Sistema de Direção de Tiro (SDT) calcular a distância e o rumo. Pelo menos teoricamente, isto permitirá a solução de tiro, mas, na prática, a medida acurada das marcações é um processo muito lento. Esse quadro permanece como um fator inerente de fraqueza aos sistemas puramente passivos de detecção.

Em poucos anos, tudo mudou com a nova geração de sonares passivos, tais como o americano AN/BQR-4, capaz de detectar alvos a distâncias superiores a 10 milhas, bem além do alcance dos torpedos contemporâneos. A Marinha Americana desenvolveu uma técnica nova de variar a velocidade ou rumo do submarino de forma a provocar a mudança da reite de marcações do alvo, que ficou conhecida como Análise do Movimento do Alvo, desde que a velocidade e o rumo daquele permanecessem constantes. A vantagem que se apresentava era a eliminação da necessidade de confiar unicamente na contagem de rotações para determinar a velocidade do alvo. O estabelecimento preciso da posição do alvo poderia ser pela emissão de um pingue singelo pelo sonar ativo, mas muitos submarinistas continuavam a preferir uma total utilização apenas do sonar passivo.

Como a guerra anti-submarino foi estabelecida como a principal missão dos submarinos ocidentais, o projeto dos torpedos e de seus tubos lançadores sofreu profundas modificações. Uma solução foi o tubo

"swim out", que permitiu ao torpedo abandonar o sistema lançador por sua própria propulsão, reduzindo o ruído da descarga. Este tipo de tubo impôs várias limitações na escolha do modelo de torpedo propriamente dito. Esse tinha que ser dinamicamente estável em baixas velocidades, de forma a permitir que a arma corresse direito após o disparo. A cabeça do torpedo tinha que ser cuidadosamente projetada para reduzir a interferência hidrodinâmica com as comportas e a sua oscilação dentro do tubo devia ser eliminada para evitar uma deflexão indesejada.

Os tubos "swim out" são compactos e simples e provaram ser adequados em submarinos do tipo 209, fabricados na Alemanha, mas eles não podem lançar armas inertes como minas e mísseis encapsulados sub-sup. Os submarinos americanos e ingleses adotaram a ejeção por impulso hidráulico, um método mais complexo que requer um maior diâmetro interno do tubo. Antes do disparo, o tubo é alagado e igualada as pressões; uma bomba hidráulica descarrega água sob pressão no extremo da culatra, forçando o torpedo ou a cápsula do míssil para fora. Os submarinos franceses utilizam um sistema que foi primeiro tentado pela "Kriegsmarine", no período de 1939 a 1945; um êmbolo no tubo ejeta o torpedo sem produzir a bolha de ar. Da mesma forma que o método por descarga a ar, aquele é também limitado no seu uso pela profundidade.

Em teoria, muitos desses melhoramentos envolveram o aumento das dimensões dos tubos de torpedos, principalmente no comprimento tradicional de 533-550 mm, para atender aos torpedos de maior alcance e às cabeças de combate com maior poder de destruição. Na prática, os torpedos maiores são difíceis de manusear e requerem maior volume interno dos tubos. No início da década de 80, surgiram as primeiras notícias de que os soviéticos tinham desenvolvido um "super torpedo" de 650 mm, o que provocou, pela Marinha Americana, a substituição de dois tubos tradicionais de 533 mm, no submarino "MEMPHIS", por um experimental de 762 mm. No entanto, os submarinistas, céticos, como sempre, com a comunidade de informações, acreditavam que o "Torpedo tipo 65" era, na verdade, um novo míssil lançado a ar. Um aumento no tamanho da arma somente iria estimular a tendência dos submarinos em se tornarem maiores e mais caros. a solução para esses problemas, talvez, seria dirigir esforços para desenvolver um míssil supersônico, capaz de atingir o alvo acima ou abaixo da linha d'água.

OS PROBLEMAS DO COMANDO E CONTROLE

Embora os submarinos tenham sido armas eficazes desde 1914, o conceito do verdadeiro sistema de comando é relativamente recente. As origens datam da segunda Guerra Mundial, quando os submarinos, pela primeira vez, utilizaram sonares, radares e medidas de apoio à guerra eletrônica, sob condições operacionais. Até aquele tempo, o principal sensor era o periscópio, usualmente operado pelo Comandante. O quadro tático permanecia, portanto, na mente do Comandante, o qual exigia somente assistência externa dos operadores dos sub-sistemas de controle e disparo das armas.

Durante os anos 50, o desempenho dos sonares, radares e MAGE aumentou de tal forma que se tornou necessária uma equipe de plotadores para manter o acompanhamento das informações sobre os contatos. Os movimentos eram simplesmente previstos por cálculos numéricos simples e por construções gráficas. Como os torpedos passaram a ser cada vez mais sofisticados, eles também demandaram técnicas modernas para controlá-los. Desta forma, no início dos anos 60, os computadores analógicos eletro-mecânicos, usados para controlar os torpedos de corrida reta e propulsados a vapor, foram substituídos por computadores digitais com monitores eletrônicos, capazes de acompanhar e guiar torpedos a fio.

De qualquer modo, não foi antes do início dos anos 70 que as técnicas de computação digital e os monitores eletrônicos começaram a apresentar plotagens para a compilação do quadro tático. No meio da década de 70, a combinação da Organização de Informações de Combate computadorizada e o SDT aparecem como um Sistema Integrado de comando, o qual, hoje, é o equipamento padrão dos submarinos na maioria das Marinhas.

Dos dois principais componentes de um Sistema de Comando, a Organização de Informações de Combate (OIC) é o maior desafio que se apresenta aos projetistas. O projeto do SDT, em comparação, é comandado pelo requisitos estabelecidos para o sistema de Armas, com o qual deverá interfacear. O principal propósito da OIC é apresentar o quadro tático para a Equipe de Ataque, mostrar a posição e a identificação de todos os contatos e prever os seus movimentos.

Infelizmente, a obtenção do quadro tático ideal é algo que não é fácil de se obter quando em imersão. Se o submarino deve permanecer oculto, ele deve confiar no sonar passivo como seu principal sensor. A partir dos dados informados por esse sonar, devem ser obtidos não somente a posição dos conta-



Compartimento de Comando de um Submarino Moderno.

tos como também suas identificações, movimentos e modo de operação. Diferente do radar, que detecta e acompanha alvos, em segundos, o sonar passivo é impreciso e vagoroso. A determinação da posição e movimento do contato pode levar alguns minutos, por vezes horas. Em certas oportunidades, um contato pode ser detectado, mas sem ser positivamente identificado e localizado, termina passando fora da distância de ataque.

O tipo de informação produzido pela maioria dos modernos sonares passivos não apresenta um quadro que possa ser facilmente interpretado pela Equipe de Ataque. As informações devem ser manipuladas e processadas para resultar num quadro tático claro, conformado ao emprego e à missão do submarino. Em resumo, o quadro tático pode ser dividido em três áreas principais: determinação da derrota do alvo, análise do movimento do alvo e controle dos mostradores. O processo de determinação da derrota do alvo consiste em classificar dados do sensor em arranjos discretos, os quais devem corresponder à plataforma de onde emanaram os dados obtidos. Os dados classificados devem ser então armazenados num banco de dados de rápido acesso por outros sub-sistemas dentro do sistema de comando principal. Existem cinco problemas identificados nesse processo:

- A resolução de marcações de muitos sonares é baixa; uma corrente de dados vindos da mesma marcação podem, na verdade, originar-se de mais de um submarino;
- Dados de um novo contato raramente tem características distintas; pode-se levar algum tempo para determinar a identificação do contato;



- Os submarinos modernos tem tipos diferentes de sensores; um alvo singelo pode ser detectado por vários sensores e armazenado no banco de dados como alvos múltiplos;
- A determinação da identificação do contato é conseguida por uma gradual reunião de "indícios", por um longo tempo; é portanto, necessário prover um banco de dados capaz de armazenar todos os "indícios" de classificação em todos os contatos, por 24 horas ou mais; e
- A análise do movimento do alvo é também um processo que utiliza dados de posição durante um longo período.

Nos sistemas atuais, a determinação da derrota do alvo é uma carga muito pesada para os operadores. Os sensores podem ter a habilidade de fazer a fusão dos dados de uma única fonte de ruídos, apresentando uma corrente de dados para o Sistema de Comando, mas o processo de associar múltiplas correntes de dados em um só movimento é ainda uma tarefa que necessita um alto grau de adestramento do operador.

Até o fim dos anos 70, a análise do movimento do alvo era feita manualmente, usando-se plotagens gráficas e régua especiais, com alguma assistência de computadores analógicos, para determinar o movimento de apenas um alvo. O principal problema da análise do movimento do alvo submarino é que, geralmente, a única medida de posição disponível é a marcação do contato. Técnicas de distância passivas foram aperfeiçoadas, mas elas ainda não são suficientemente precisas em todos os alcances, e dependem muito de um ambiente favorável. Para se obter a posição do contato somente por marcações, é necessário à Equipe de Ataque determinar uma série de manobras táticas e coletar os dados de marcação para a análise do movimento do alvo durante o intervalo de tempo dessas manobras.

Os computadores digitais permitiram que vários contatos pudessem ser analisados e acompanhados. Mesmo assim, considerando que os algoritmos utilizados para a análise do movimento do alvo são muito bons, eles dependem bastante da precisão das medidas de marcação. Eles também dependem da maneira como o Comandante manobra com o submarino. Os sensores modernos estão aperfeiçoando sua precisão de marcação, mas ainda há um grande caminho a percorrer para se chegar à perfeição. Ao manobrar o submarino para conseguir uma ótima obtenção de dados para um contato, o Comandante pode estar degradando a análise do movimento de outros alvos. O processo todo é um compromisso sensível entre os

conhecimentos táticos da Equipe de Ataque e um controle fino das funções da análise do movimento do alvo.

Pode parecer estranho a alguns que o periscópio permanece ainda como um importante sensor. Não importa quanto seja o grau de sofisticação dos sensores eletrônicos, uma rápida observação visual ainda é importante para a maioria dos Comandantes, no sentido de verificar o quadro tático. No entanto, o moderno periscópio é um sofisticado instrumento eletro-ótico, utilizando imagem térmica, câmeras de TV para baixa luminosidade e mesmo um sextante, com MAGE integrado. A tecnologia optrônica permite à Equipe de Ataque obter informações óticas com um mínimo de exposição do periscópio e, posteriormente, analisá-las com vagar e em segurança. O próximo passo é o mastro não penetrante, utilizando uma conexão de fibra ótica para transmitir dados para o console tático. Isto tem a grande vantagem de permitir ao Comandante ser o utilizador direto das informações do sensor, antes mesmo dos operadores. Ele também permite mais espaço e um arranjo mais racional da Manobra/Centro de Ataque por possibilitar o deslocamento dos periscópios e seus mecanismos para um compartimento mais conveniente.

O FUTURO

O debate tático dentro da comunidade submarinista é realizado a portas fechadas, mas alguns dados podem ser percebidos do estudo dos requisitos estabelecidos para o projeto dos submarinos mais modernos. Após anos de estudos, o projeto do submarino "SEAWOLF (SSN-21)", da Marinha Americana, atingiu a um deslocamento submerso de 9.100 tons., contra as 6.900 tons. da classe "LOS ANGELES". Com um comprimento de 106.7 metros e uma boca de 12.2 metros, o novo SSN é mais curto, porém mais largo, para permitir um baixo nível de ruídos, principalmente pelo melhor isolamento da maquinaria do casco resistente. Os requisitos de maior potência levaram à planta do reator S6W, da General Electric, desenvolvendo aproximadamente o dobro de potência do S6G, da classe anterior. Isto permitirá velocidades em imersão de até 35 nós.

Queixas sobre a pequena capacidade de armas dos SSN fizeram com que o "SEAWOLF" fosse armado com um total de 50 armas, incluindo torpedos MK-48 ADCAP, mísseis Tomahawk de lançamento vertical e mísseis Sub-Harpoon. O principal sensor será o sonar de banda larga BQG-5, com comando e controle providos pelo sistema BSY-2, da General Electric Aerospace. Havia apenas uma desvantagem: a um custo de USD 2 bilhões, por casco, o "SEAWOLF"

tornou-se inexecutável e, no ano passado, o Departamento de Defesa chocou a comunidade submarina com o corte uma unidade.

Destino semelhante teve o projeto inglês do SSN-20, sucessor da classe "TRAFALGAR", de 5.220 tons. de deslocamento submerso. O colapso do Pacto de Varsóvia e o desaparecimento da ameaça soviética pelo desastre econômico interno levantaram questões sobre a validade do altíssimo custo dos novos SSN e o Tesouro Britânico interviu. Como na Marinha Americana, os esforços estão agora dirigidos para se chegar a um projeto que apresente melhor custo-benefício.

O número de SSK operando nas Marinhas do Terceiro Mundo demonstra que a guerra submarina estará presente num futuro conflito regional. Existem muitas críticas sobre a ênfase que é dada aos submarinos nucleares em detrimento aos convencionais. O impressionante potencial dos SSN não deve obscurecer o rápido progresso e desenvolvimento que vem acontecendo nos projetos dos SSK.

No momento, os SSK são muito vulneráveis aos ataques aéreos, se estiverem esnoqueando. Vinte minutos é o tempo reconhecido como o máximo de segurança para esnoquear, antes que uma aeronave de patrulha marítima detecte o ruído ou emissões infra-vermelhas oriundas da descarga dos motores de combustão principal. Para se reduzir a duração do esnoque, os projetistas estão há muitos anos desenvolvendo um sistema de propulsão independente do ar. O motor "Stirling" vem sendo testado com sucesso pela Marinha Real da Suécia e, da mesma forma, as células de combustível da IKL, pela Marinha alemã. Outros sistemas estão em estágios de

desenvolvimento bem adiantados e acredita-se que submarinos "convencionais" independentes do ar já estejam operando, em grande número, ao final deste século.

Ainda mais radical é o conceito "toroidal" proposto pela Maritalia e Fincantieri, da Itália. Seu grande apelo reside na reversão de tendência inflacionária pelo aumento do tamanho dos novos submarinos, a qual afeta tanto os SSK, como principalmente os SSN. Se os projetistas alcançarem seus objetivos, um SSK de 300 toneladas custará consideravelmente menos que o mais barato dos SSK, hoje em operação. A principal característica é o armazenamento de oxigênio líquido num casco duplo, reduzindo peso e volume. O aumento da automação também reduzirá o número de tripulantes de forma considerável.

Qualquer que seja o resultado, a combinação única de força e poder ofensivo dos submarinos assegura a sua importância na guerra naval moderna. Não, é, no entanto, apesar do que dizem, a "arma dominante" em relação a todas as outras, mas ainda se constitui numa ameaça que nenhuma Marinha pode ignorar.

Nota do Tradutor: a presente tradução e sua respectiva publicação foi autorizada pelo Editor-Chefe da revista "Naval Forces", de acordo com a seguinte carta: "NAVAL FORCES - International forum for Maritime Power. 22 September 1992. Dear Captain Raffo, thank you very much for your fax letter dated 15 September 1992. We are very pleased to give permission for the article to be used in *O Periscópio*. Yours sincerely, Antony Preston, Editor-in-Chief, *Naval Forces*".

O QUE O SUBMARINISTA DEVE SABER DE MEDICINA

CT(Md) ELMO DE ARAÚJO CARVALHO JÚNIOR

ATEROSCLEROSE

Aterosclerose é uma doença extremamente frequente, caracterizada por depósitos focais, sob a forma de placas fibroadiposas (ateromas) na superfície interna das artérias. Essas placas podem ulcerar-se ou mesmo crescer de tal modo, devido aos constantes depósitos, provocando obstruções ao fluxo sanguíneo de uma determinada artéria, ocasionando isquemia ou mesmo infarto (morte celular) dos tecidos por ela irrigados.

Embora qualquer órgão ou tecido possa participar do processo de aterosclerose, tal alteração é mais frequente no coração, cérebro, rins e extremidades inferiores.

A obesidade, hipertensão arterial e o aumento da quantidade de colesterol no sangue, guardam estreita relação com a ocorrência da aterosclerose, sobretudo nas artérias coronárias, que são as responsáveis da irrigação sanguínea do próprio músculo cardíaco. Outros fatores importantes são as tensões emocionais, sedentarismo, vida urbana, tabagismo, diabetes e hereditariedade.

As provas mais convincentes da relação entre a aterosclerose e o desequilíbrio dos lipídios (gorduras) alimentares resultam de estudos de âmbito mundial que comprovam uma relação muito clara entre a ingestão calórica, ingestão total de gorduras, obesidade e aterosclerose. Está perfeitamente provado que as dietas ricas em gorduras saturadas (de origem animal) causam aumento dos lipídios no sangue, bem como grande aumento de colesterol e lipoproteínas beta, que também provocam aterosclerose.

Visando conhecer o comportamento dos militares da Força de Submarinos no que diz respeito ao aumento de colesterol e outras gorduras no sangue e obesidade, para traçar o grau de "amizade" que temos com a aterosclerose, foi feito um levantamento dos dados laboratoriais e clínicos das inspeções anuais que constam nas respectivas Cadernetas Sanitárias, que serão apresentados após estudarmos pontos que julgamos de interesse.

O diagnóstico da aterosclerose pode ser feito de 3 maneiras:

- a) diagnóstico direto – é essencialmente feito através de raio-x ou durante uma cirurgia quando o cirurgião encontra, à palpação, artérias endurecidas e calcificadas;
- b) diagnóstico pela presença de complicações – quando ocorrem sinais e sintomas da doença que representam a isquemia cardíaca, cerebral, renal ou de membros inferiores. São realizados inúmeros exames clínicos e laboratoriais para se chegar ao diagnóstico; e
- c) diagnóstico presuntivo – equivale, na realidade, a um diagnóstico provável de formação de ateromas e é levantado naqueles pacientes em que encontramos fatores que parecem condicionar o desenvolvimento da aterosclerose. Evidentemente, tanto maior será a probabilidade quanto maior for o número de parâmetros coexistentes.

Assim, se em determinado indivíduo suspeitarmos que esteja se formando placas de ateromas por ele apresentar aumento das gorduras no sangue, a suspeita será bem maior se estiverem presentes antecedentes hereditários, se o paciente for hipertenso, diabético e fumar excessivamente.

Mais fundamentos, entretanto, do que os critérios presuntivos de aterosclerose, são aqueles empregados no diagnóstico de probabilidade de doença coronária (risco coronário), devido a extensos estudos realizados em diversos grupos populacionais. Dessa forma, aumento das gorduras no sangue, hipertensão, hereditariedade, diabetes, estresse, sedentarismo e tabagismo são, seguramente parâmetro, senão indicadores, pelo menos presuntivos de aterosclerose. Se, por um lado, não constituem uma prova de fato que já existem lesões ateroscleróticas, seu valor cresce na medida em que é nesses fatores que apoiamos todas as nossas tentativas de tratamento preventivo (profilaxia) da aterosclerose.

Em outras (e curtas) palavras: estar acima do peso, morar em cidade grande onde somos submetidos a todos tipos de estresse, ser sedentário e ainda fumarmos (mesmo que seja a fumaça dos cigarros a-

lheiros), passar dos 30 anos é como atravessar o vão central da ponte Rio-Niterói de patins, pelo alambrado. Se tivermos história familiar e ainda encontrarmos aumento das gorduras no sangue nos exames de laboratório, o mesmo percurso é feito com os olhos vendados.

PROFILAXIA

Qualquer tentativa de tratamento preventivo de aterosclerose e, conseqüentemente de suas complicações, só poderá ser válida se as medidas adotadas para corrigir aqueles fatores etiológicos implicados, possam de fato sustar a evolução de um processo eventualmente já iniciado.

Para exemplificar essa premissa, tomemos por base o fator betalipoproteínas (um tipo de "gordura" do sangue). Em um indivíduo que apresente uma elevação sangüínea dessas moléculas, a sua normalização dietética ou medicamentosa constituir-se-á em medida profilática desde que: o aumento das betalipoproteínas no sangue desempenhe papel importante na formação dos ateromas; e a normalização dos níveis sangüíneos suste ou retarde a evolução das placas de ateromas já existentes ou, pelo menos, impeça a formação de outras.

Outro ponto importante a ser levado em conta é que todo ensaio profilático deve ser conduzido o mais cedo possível. É um erro julgar que somente após os 35 - 40 anos de idade devemos começar a pensar no problema de aterosclerose. Sabemos que já nas artérias de crianças e adolescentes podemos encontrar estrias gordurosas ou mesmo placas de ateroma. Não há, portanto, razão para protelar o tratamento preventivo. Evidentemente, alguns indivíduos são mais suscetíveis que outros na formação de placas de ateroma, mas a diferenciação "a priori" é muito difícil de ser estabelecida. A hereditariedade é talvez o único parâmetro precocemente identificável. É claro que, na presença de fatores conhecidos, como aumento das gorduras no sangue, diabetes, hipertensão arterial e obesidade, o diagnóstico de presunção exige medidas profiláticas mais enérgicas, mesmo na ausência de qualquer evidência clínica da doença.

Torna-se indispensável lutar contra a obesidade, diabetes e hipertensão. As medidas terapêuticas empregadas para isso fogem, naturalmente, ao escopo dessa dissertação. Existe, entretanto, um pequeno detalhe, quase nunca considerado, mas que merece uma apreciação "en passant": no combate à obesidade são comumente empregados medicamentos que quebram as moléculas de gordura ou dietas paupérrimas em carboidratos, que também provoca

uma quebra das moléculas lipídicas nos tecidos gordurosos sob a pele, passando invariavelmente para o sangue. Essa mobilização pode ser perigosa para quem não esteja metabolicamente preparado para neutralizá-la. Não queremos com isso dizer, ou mesmo insinuar, que a obesidade não deve ser combatida. Aconselhamos apenas cautela, sem que se busque uma queda do peso corporal em curto espaço de tempo, pois, como veremos adiante em nossa estatística, o aumento desse mesmo peso se deu ao longo de vários anos e, por isso, devemos diminuir o desejo de perdê-lo em 2 ou 3 meses.

Quanto às normas de vida e ao estado metabólico, há de se considerar, principalmente, os hábitos dietéticos, o estresse, a atividade física e o tabagismo.

I - Hábitos dietéticos: é fato notório que o aumento de colesterol no sangue pode ser causado ou acentuado pela ingestão de gorduras saturadas (de origem animal), enquanto o aumento dos triglicerídeos no sangue (uma outra forma de gordura) é influenciada não só pela ingestão dessas gorduras como pelos carboidratos (em especial o açúcar refinado). Outro ponto menos conhecido, mas plenamente estabelecido é que o uso de certas bebidas alcoólicas (uísque por exemplo), antes das refeições, faz com que o aumento dos triglicerídeos no sangue pós-prandial seja mais acentuado e duradouro. Assim, em relação à dieta, devemos diminuir ao máximo (em certos casos abolir) a ingestão de:

- 1 - Laticínios: leite integral, manteiga e queijos. É permitido o uso de leite e queijos desnatados. Em relação à margarina, cumpre assinalar que, mesmo sendo de origem vegetal, é ela composta de ácidos saturados, portanto não é inócua como é apregoado;
- 2 - Carnes gordas em geral;
- 3 - Gema de ovo e alimentos que a contenham em abundância;
- 4 - Açúcar refinado;
- 5 - Doces em geral; e
- 6 - Bebidas alcoólicas como o uísque.

Evidentemente esses são princípios dietéticos gerais, pois cada caso é estudado separadamente. Devemos lembrar que as dietas pobres em gorduras saturadas são prescritas a pacientes que apresentam níveis altos de gorduras no sangue. No entanto, nada impede que, o mais breve possível em nossas vidas, diminuamos a ingestão dessas gorduras. Essa medida certamente cortará alguns "prazeres" como fumo,

feijoadas, etc. Mas também não há prazer algum dormir algumas noites em algum Centro de Tratamento Intensivo após um breve passeio de ambulância e assustar toda a família.

II – Estresse – é bom recordar que os estados de tensão de nossos dias, caracterizados por ansiedades, frustrações, angústias, etc., são situações bem diferentes daquelas enfrentadas por animais e mesmo pelos povos que ainda vivem de acordo com a natureza, em quem predominam reações psíquicas primárias como o medo e a raiva, ambos estados mais ou menos transitórios. As tensões do chamado mundo civilizado, ao contrário, são geralmente de caráter mais duradouro, não se enquadrando na clássica reação do alarme, onde a liberação de adrenalina é o fenômeno químico fundamental. É essa complexidade psicológica do "civilizado" que faz com que ele sofra, não apenas por causa de um acontecimento que o atinja, mas também – e mais prolongadamente – pela antecipação do que vai ou pode acontecer. O combate ao estresse deve ser levado a cabo, de preferência, mediante um reajustamento do indivíduo, não só em relação a sua vida particular, mas também as suas atividades profissionais.

Eventual e transitoriamente, é justificado o uso de medicamentos de efeitos tranquilizantes.

III – Atividade Física – medida incontestável na prevenção da formação de placas de ateroma é a prática de exercícios físicos, não só porque queimam as gorduras, mas também porque diminuem a adesividade das plaquetas do sangue, e ainda, possivelmente, estimulam o aumento da circulação colateral coronariana (artérias do coração). É evidente que a atividade física deve ser dosada de acordo com a idade, o grau de treinamento e o estado de saúde de cada um. Por outro lado, os exercícios não devem exigir esforços bruscos e sim, devemos obedecer certa constância no dispêndio do esforço realizado. Dessa forma, as caminhadas e corridas de média distância, a natação e o ciclismo se enquadram nos exercícios mais adequados.

IV – Tabagismo – as evidências de estudos de importância mundial não deixam dúvidas quanto à influência do Tabagismo na formação de aterosclerose. Baseados no fato de que, embora entre fumantes e não fumantes não haja grande diferença na incidência da angina de peito ("dor no coração"), o infarto do miocárdio é bem mais freqüente entre os primeiros. Por isso, é nossa impressão que a eliminação radical do fumo se constitui numa das mais importantes medidas a serem adotadas na profilaxia da aterosclerose e, particularmente, de suas complicações.

NOSSA ESTATÍSTICA

Para que pudéssemos comparar os dados coletados, foi considerado o peso da inspeção inicial para as atividades de submarino e mergulho e os pesos de 6 a 12 anos após, período em que o militar, na maioria das vezes, serviu na Força de submarinos. Dividimos em dois grupos: Oficiais e Praças, devido aos resultados bastantes distintos. O número de militares acompanhados neste levantamento foi de 345.

I) OFICIAIS – como vemos no quadro 1, partindo do peso inicial, após 6 anos houve um ganho ponderal de 6,8% e de 14% aos 12 anos.

Porém, ao subdividirmos o grupo, verificamos que os submarinistas tiveram um aumento de peso de 9% aos 6 anos e 17,1% aos 12 anos, consideravelmente maior que os outros sub-grupos de oficiais: 5,2% aos 6 anos e 8,1% aos 12 anos para os mergulhadores e de apenas 2% aos 6 anos e 6,8% aos 12 anos para os mergulhadores de combate. Este resultado bem diferente se deve, logicamente, a uma mais intensa atividade física e, provavelmente, a uma dieta menos "traumática", que faz parte do estereótipo dos indivíduos que se preocupam mais com a forma física.

II) PRAÇAS – como vemos no quadro 2, partindo do peso inicial, entre praças, após 6 anos houve um ganho ponderal de 9% e de 18,1% aos 12 anos.

Ao subdividirmos o grupo, verificamos que, da mesma forma que os oficiais, os submarinistas tiveram um aumento de peso expressivamente maior que os outros subgrupos, sendo 12,2% aos 6 anos e 21,5% aos 12 anos.

Entre os mergulhadores, o ganho foi de 8,4% e 14,8% respectivamente aos 6 e 12 anos. Também acompanhando o resultado entre os oficiais, as praças mergulhadores de combate possuem menor índice: 4,8% e 8,9% respectivamente aos 6 e 12 anos.

Segundo nosso levantamento, um Oficial que embarcou na Força de Submarinos com 70Kg de peso corporal em 1980, tem hoje 81,9Kg se cursou submarino, 75,6% se cursou mergulho e 74,4Kg se for mergulhador de combate.

Entre as praças, se embarcou no mesmo ano com 70Kg, tem hoje 85,5Kg se fez CSSP, 80,3Kg se fez ESPMG e 76,2Kg se fez MEC.

Com relação à taxa sanguínea de colesterol, 28,9% dos oficiais submarinistas com mais de 35 anos possuem níveis acima do ideal, enquanto para os oficiais mergulhadores encontramos taxas altas em apenas 8,9%. Para os mergulhadores de com-



bate, o que não surpreende, nenhum apresentou níveis de colesterol acima do ideal.

No levantamento do mesmo percentual em relação às praças acima de 35 anos, encontramos 35,1% para os submarinistas, 19,9% para mergulhadores e 2% para os mergulhadores de combate.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos tanto do ganho de peso quanto dos níveis de colesterol são, podemos afirmar, interdependentes, pois um indivíduo que mantém condicionamento físico, previne não só a obesidade,

como também o acúmulo de gorduras no sangue, além de naturalmente diminuir o nível de estresse, devido à "descarga" que o exercício proporciona. O passo seguinte, quando se faz a "opção saúde" e o indivíduo passa a integrar o grupo de pessoas que luta as pistas de "cooper", fatalmente será: jogar o cigarro no lixo e melhorar significativamente a alimentação. Como dito anteriormente, essas medidas podem não estancar completamente a evolução da doença, mas a diminui a níveis desprezíveis e ainda cria condições orgânicas para driblar o problema.

A OPÇÃO É NOSSA!

SISTEMA DE PROPULSÃO HÍBRIDA DE AR INDEPENDENTE

Boletim Informativo da INGENIEUR KONTOR LBECK (IKL)
TRADUÇÃO: SO-MO-SB JOAQUIM INÁCIO FILHO

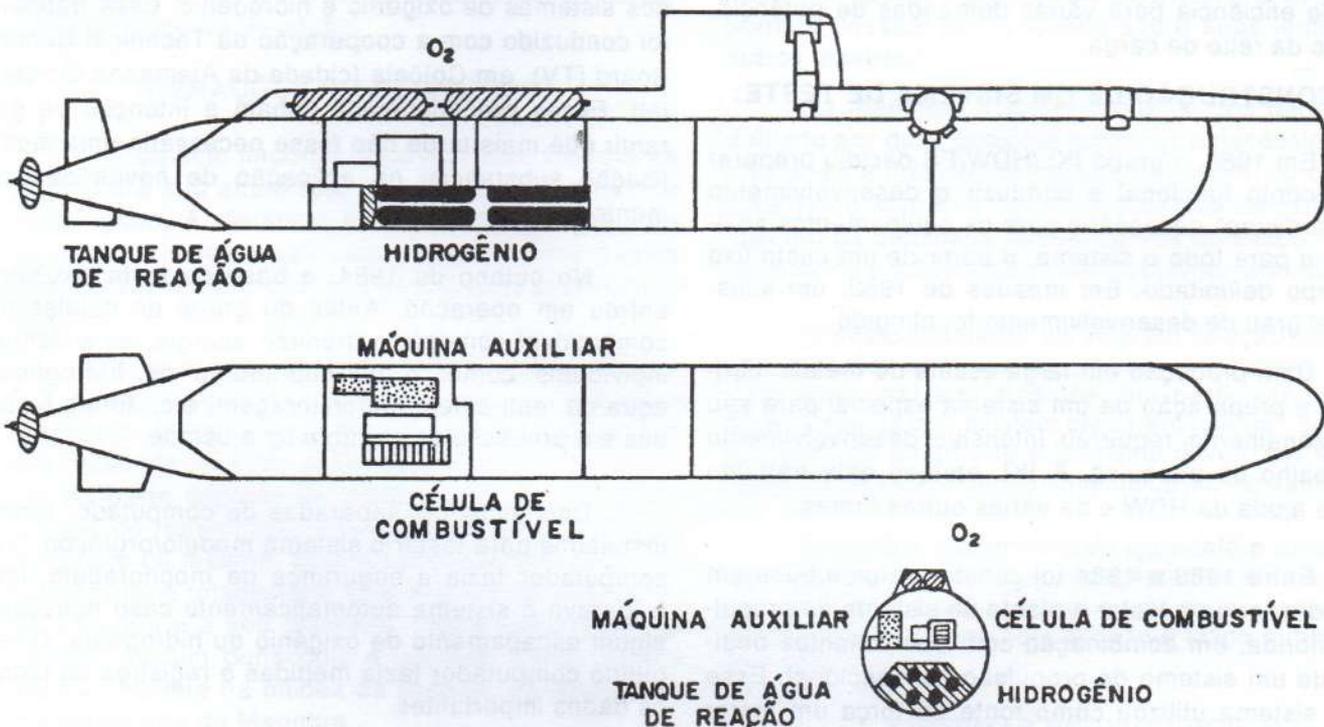
Um sistema de Propulsão Híbrida é uma combinação de um sistema de Propulsão Convencional e um Sistema Silencioso Especial de conversão de energia.

O Sistema apresentado baseia-se em formas diferentes de conversão de energia, diferindo dos Sistemas de Propulsão Principal atuais. Trata-se de um sistema silencioso de baixa velocidade, com a finalidade de prevenir ruídos de cavitação dos hélices e ruídos hidrodinâmicos causados por turbulências ao longo do casco. Na medida em que a potência destinada à propulsão aumenta com o cubo da velocidade, corridas silenciosas devem exigir, dependendo do tamanho do submarino, valores acima de 800 Kw.

Por vários anos a IKL vem investigando algumas possibilidades para um Sistema de Propulsão Híbrida. Esse trabalho tem envolvido não só considerações teóricas, como comparações entre vários sistemas, "hardware" e um protótipo de teste.

À cerca de seis anos atrás, um grupo formado pela INGENIEUR KONTOR LBECK (IKL), HOWALDTSWERKE DEUTSCHE WERFT (HDW) e FERROSTAAL (FS), tomou a decisão de desenvolver um Sistema de Propulsão Híbrida de Ar Independente e construir um protótipo. As maiores prioridades foram: baixos níveis de ruído, capacidade de atingir cotas profundas, possibilidade de construção modular e flexibilidade na aplicação. Era também um objetivo para este protótipo, poder ser adaptado em navios de guerra já existentes, com um mínimo de modificações, sendo o mesmo instalado em uma das fases de reparo.

Para que houvesse uma integração mais fácil, esse sistema deveria ser provido de corrente contínua, o que facilitaria sua utilização tanto para a propulsão quanto para carga de baterias. Existia uma outra necessidade: conceber o sistema a partir de subsistemas de estágios avançados de desenvolvimento, com o objetivo de diminuir despesas. Finalmente, estava claro que o novo Sistema de Propulsão Híbrida de Ar Independente, tinha que ser testado, desde o início, em um submarino novo, sob condições reais.



Submarino com propulsão à Célula de Combustível.

Para que o sistema fosse aplicado em submarinos cuja a condição de níveis de ruídos irradiado são de suma importância, a melhor solução foi a criação da célula de combustível. Uma vantagem da célula de combustível é sua baixa temperatura de conversão de energia, cerca de 70° a 80°C. O ciclo de Carnot, efeito que ocorre em todos os motores à combustão, com suas altas temperaturas de queima, incluindo as turbinas a gás, influi de forma negativa na eficiência de operação dessas máquinas. Esse efeito não ocorre na conversão de energia química no interior da célula de combustível.

Os resultados obtidos por este tipo de sistema encontram-se acima de qualquer expectativa, atingindo níveis, em termos de potência, 60% maiores que os da maioria dos combustíveis em utilização em mo-

tores de combustão. A conversão de energia em uma célula de combustível, sob o ponto de vista eletroquímico, é o inverso da eletrólise, e ocorre silenciosamente. O único sistema auxiliar que contém partes rotativas é o sistema de resfriamento, mas modernos projetos estão eliminando ruídos indesejáveis, sempre que possível. A combustão fria do hidrogênio e do oxigênio para formar a água produzem corrente contínua, sem necessidade de transformadores ou geradores. Conseqüentemente, esse sistema não apresenta perdas de energia elétrica ou mecânica causadas por esses componentes.

A célula de combustível compacta da Siemens, com uma série de conexões com as demais células, torna possível qualquer voltagem requerida. A sintonia fina é possível através da variação do número de



placas dentro do corpo da célula de combustível. Maior poder pode ser alcançado por meio de conexão paralela. A construção modular da bateria de células de combustível, provê por meio de controles elétricos, a vantagem do sistema poder ser operado com grande eficiência para várias demandas de potência, abaixo da reite de carga.

A CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE TESTE:

Em 1980, o grupo IKL/HDW/FS decidiu preparar um modelo funcional e conduzir o desenvolvimento do "hardware" necessário para os equipamentos auxiliares e para todo o sistema, a partir de um custo fixo e tempo delimitado. Em meados de 1982, um substancial grau de desenvolvimento foi atingido.

Uma produção em larga escala de metais híbridos e a preparação de um sistema especial para seu armazenamento requereu intensivo desenvolvimento e trabalho de pesquisa. A IKL efetuou este trabalho com a ajuda da HDW e de várias outras firmas.

Entre 1983 e 1984 foi construída uma base em terra destinada a testar a planta do sistema de propulsão híbrida, em combinação com componentes originais de um sistema de propulsão convencional. Esse novo sistema utilizou como fonte de força um motor

de corrente contínua de submarino que havia sido avariado pela turbulência da água. Uma bateria de submarino nova foi usada para teste de operação em paralelo e recarga. No começo houve grande preocupação para que fosse realizada uma operação segura dos sistemas de oxigênio e hidrogênio. Esse trabalho foi conduzido com a cooperação da Technical Control Board (TV), em Colônia (cidade da Alemanha Ocidental). Esses procedimentos tinham a intenção de garantir que mais tarde não fosse necessária uma modificação substancial na aplicação de novos equipamentos.

No outono de 1984, a base de teste em terra entrou em operação. Antes do grupo de células de combustível começar a produzir energia, os sistemas individuais como: o de suprimento de hidrogênio, água de resfriamento, monitoragem, etc., foram testados e o processo de controle foi ajustado.

Dois sistemas separados de computador foram instalados para testar o sistema modelo/protótipo. Um computador fazia a segurança de monitoragem, isto é, parava o sistema automaticamente caso houvesse algum escapamento de oxigênio ou hidrogênio. O segundo computador fazia medidas e registros de todos os dados importantes.

A base de testes foi construída de tal forma que após testada com sucesso, foi possível instalá-la diretamente em um submarino operacional.

O Sistema de Propulsão Híbrida é extremamente adaptável, já que possui uma construção modular. Sua instalação em submarinos em serviço, é possível a partir de algumas modificações fora do casco resistente. Uma outra possibilidade de modificação é a inserção de uma seção completa em um submarino já existente.

Na opinião da IKL, todos os modelos de submarino permitirão, mais tarde, a instalação de um sistema híbrido a baixo custo.

Os resultados apresentados na base de teste em terra, mostraram que o modelo da IKL assumido para o Sistema de Propulsão Híbrida estava correto. Submarinos Híbridos, usando células de combustível superam, em muito, a distância alcançada e o tempo de imersão atingidos por submarinos convencionais. a supremacia em distância é maior do que em todos os outros conceituados tipos de propulsão, com exceção do Sistema de Propulsão Nuclear.

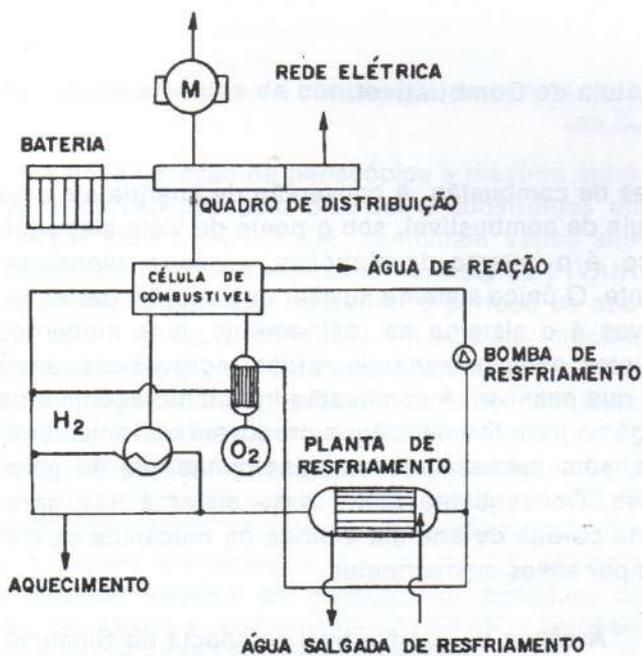


Diagrama simplificado de um Sistema de Célula de Combustível.

A FORMAÇÃO DO SUBMARINISTA. SUGESTÕES

Capitão-de-Fragata
JOSÉ CARLOS NEGREIROS LIMA

INTRODUÇÃO

O submarino é um navio bastante peculiar que o torna, logicamente, especial em relação aos navios de superfície. E, tão especial quanto o próprio navio, deve ser a preparação de seu pessoal, principalmente de seu Comandante.

TOM CLANCY, escritor americano de sucesso, autor do livro "A Caçada ao Outubro Vermelho", assim o corrobora quando escreveu para o jornal "The Washington Post", no final do ano de 1988: "Comando, que se supõe ser tudo na carreira, não deve se tornar um mero requisito de carreira e um local de passagem que deva ser ultrapassado de forma segura e sem erros". Embora TOM CLANCY seja apenas um escritor de novelas, não deixa de ter razão. Realmente, o Comando não deve ser encarado como mais um degrau a ser transposto; é um cargo de responsabilidade que requer uma preparação séria por parte de quem o exerce. Essa preparação se torna mais específica quando se trata do Comando de um submarino.

Um submarino é construído para a guerra, passando, contudo, a maior parte de sua vida, na paz - assim tem sido na nossa Marinha. Da mesma forma, um Comandante é preparado para a guerra; esta, porém, enquanto não acontece, faz com que a principal função daquele passe a ser o adestramento de seu navio e a qualificação de sua tripulação em todas as áreas, visando à prontidão para o combate.

A vida a bordo de qualquer navio impõe um senso de coesão. Esse senso aumenta sensivelmente quando esse navio é um submarino, para que se possa combinar bem o trabalho de equipe com o trabalho individual. Mais do que na maioria dos navios, a segurança depende de que cada homem conheça exatamente sua incumbência, acredite nos seus companheiros e esteja capacitado, num caso de emergência, a guarnecer o posto de outrem.

Com o conhecimento existente a nível mundial e a experiência já adquirida pelo Brasil, pode-se afirmar que lidar com energia nuclear exige pessoal muito bem qualificado. Naturalmente que se a planta nuclear tiver por objeto a propulsão de um submarino,

em muito cresce a sua complexidade e as exigências de formação do pessoal terão que ser ainda mais rigorosas.

O presente trabalho se propõe a fornecer sugestões de como deve ser preparado o pessoal voluntário para o serviço em submarino convencional (SC) e como deverá ser a preparação para o serviço em submarino nuclear (SN) - o submarino nuclear brasileiro - (SNAC II).

No que diz respeito aos Oficiais, tais sugestões se voltarão não só para cada degrau da carreira, mas, principalmente, para a preparação do Comandante, a qual, por sua vez, terá reflexo nas demais etapas da vida dos Oficiais, proporcionando um melhor desempenho desses nas funções a bordo.

SUBMARINOS CONVENCIONAIS

I - A FORMAÇÃO DE OFICIAIS

A formação do oficial submarinista, como regra geral, deve proporcionar não só conhecimentos operativos que o habilite a desempenhar, passo a passo, funções cada vez mais importantes a bordo correspondentes à progressão natural que tem na carreira, como também visar a um propósito maior que é a sua preparação para o Comando.

O Comandante de um submarino operativo tem que conhecer todos os aspectos da operação do navio para poder exercer uma liderança plena; tem que conhecer bem todos os sistemas de bordo, devendo assim assegurar a interdependência entre eles, atributo indispensável ao exercício do cargo.

Na Marinha do Brasil (MB) é o Ministro da Marinha quem designa um oficial para o Comando e o recém-criado Curso Expedito de Qualificação para Futuros Comandantes de Submarinos - (C-EXP-QFCOS) tem servido como instrumento único de avaliação para que um Capitão-de-Fragata, após cumpridos todos os demais requisitos - Curso Básico, Curso de Comando e Estado-Maior, Curso Superior de Guerra Naval, Escala de Comando, etc -, seja designado para o cargo.

No meu ponto de vista, considero muito tarde que, somente como Capitão-de-Fragata, o oficial, candidato ao Comando de um submarino, seja avaliado. Essa avaliação deveria ter início assim que o referido oficial se tornasse submarinista; o Ministro da Marinha teria, pois, melhores subsídios para designar um oficial para o Comando.

Portanto, além dos cursos expeditos que têm o propósito de ministrar procedimentos operativos, proponho que ao longo da carreira, como submarinista, o oficial tenha que cumprir determinadas tarefas referentes às diversas incumbências de bordo, a exemplo do que acontece durante a qualificação – etapa Bravo do Curso de Aperfeiçoamento de Submarinos para Oficiais –, as quais seriam avaliadas pelos respectivos Comandantes e registradas no Comando da Força de Submarinos, para que cada oficial possua um histórico de sua vida de submarinista. Este procedimento teria a vantagem de obrigar o oficial, que almeja atingir o ápice da carreira como submarinista, isto é, o Comando de um submarino no mar, a se manter atualizado. Por outro lado, obrigaria os Comandantes de submarinos a permitir que os oficiais, efetivamente, manobrassem, sob supervisão, para melhor avaliá-los e, finalmente, daria dados mais apurados ao Comando da Força de Submarinos para melhor assessorar o Ministro da Marinha na designação dos Comandos. O C-EXP-QFCOS teria como finalidade maior fornecer a última bagagem de conhecimentos operativos e finalizar a avaliação do candidato ao Comando.

Em face ao acima exposto, sugiro a manutenção da atual sistemática de formação operativa do oficial submarinista – do Tenente ao Comandante – em termos de cursos, assim resumidos:

1 – Curso de Aperfeiçoamento de Submarinos para Oficiais (CASO) – forma o oficial de águas que é responsável pela manutenção do submarino compensado na cota ordenada e coordenação do serviço durante o quarto, incluindo as ações iniciais necessárias ao combate de quaisquer emergências em imersão;

2 – Curso Expedito de Qualificação para o Serviço de Oficial de Periscópio (C-EXP-PSOPS) – propicia a indispensável base complementar não só no campo da acústica submarina mas, também, quanto ao emprego dos sensores, na avaliação dos contatos e na condução do submarino em imersão com segurança, qualificando, pois, o oficial ao serviço de Oficial Superior de Quarto, sendo o responsável pela seguran-

ça do submarino na ausência do Comandante na manobra;

3 – Curso de Operações de Submarinos para Oficiais (C-EXP-OSOF) – atende aos futuros Chefes do Departamento de Operações e Imediatos, qualificando-os para o planejamento de patrulhas e das operações principais e secundárias de submarinos e como Coordenador da Equipe de Ataque (EDA), e substituto efetivo do Comandante, respectivamente; e

4 – Curso Expedito de Qualificação para Futuros Comandantes – qualifica o aluno a desempenhar a função de Oficial de Aproximação na EDA.

Vale ressaltar que os C-EXP-PSOPS e C-EXP-OSOF dão oportunidade aos oficiais, servindo em navios em período de manutenção, de travarem contato com os procedimentos operativos em vigor e que seus respectivos desempenhos, nesses cursos, devem ser levados em conta na avaliação global da carreira como submarinistas.

Enfatizo a necessidade de se atribuir tarefas, referentes às diversas incumbências de bordo, a serem cumpridas, avaliadas e registradas, ao longo da carreira de submarinista, como condicionantes para a formação do Comandante do submarino. Essa medida terá reflexos positivos nas demais etapas da carreira do oficial na medida em que o obriga a manter-se atualizado.

A idéia não é a de que o oficial seja obrigado a desempenhar todas as funções e encargos de bordo, e sim que conheça os principais aspectos de cada uma.

II – A FORMAÇÃO DE PRAÇAS

Não vejo necessidade de grandes alterações na essência da atual sistemática de formação de praças. Apenas um novo enfoque deve ser dado para fazer frente à nova concepção de operação trazida pelo submarino da classe TUPI.

Essa nova classe, recém-incorporada à MB, possui um grau de automação dos sistemas de bordo tal que, se por um lado traz a vantagem de redução do número de tripulantes, por outro significa uma redução no número de acomodações extra-tripulação, dificultando a prática, no mar, do pessoal em qualificação. Isto significa a necessidade de se utilizar simuladores, não só para superar esse óbice como também para resolver problemas de ordem econômica, pois quanto custa a permanência de um submari-

no no mar por um dia que poderia ser plenamente substituída por treinamento em simuladores?

Outra inovação trazida pelo TUPI é a quantidade de sistemas controladas por microprocessadores – até os motores de combustão principais são monitorados por esses circuitos –. Assim sendo, há uma maior necessidade de pessoal qualificado em eletrônica e lógica digital na tripulação desses navios.

Os principais sensores de bordo utilizam-se de "PCB" e "microchips", fazendo com que a manutenção de primeiro escalão, em sua maioria, se resuma na troca de cartões, pois a localização de um mau funcionamento já é feita pelo próprio equipamento. O operador não precisa ser mais um especialista no equipamento. Um exemplo disto é o sonar CSU-83, que é capaz de classificar um contato sem que o operador seja um especialista em acústica. Portanto, as especialidades de Operador Sonar (OS) e Operador Radar (OR) podem ser plenamente substituídas pela de Eletrônica (ET), a qual, diante de tais equipamentos, são mais versáteis e dão maior flexibilidade na distribuição de incumbências; o sonar, o radar e o MAGE seriam guarnecidos por praças ET.

Desta forma, sugiro manter o Curso de Subespecialização de Submarinos para Praças dividido em 2 etapas, sendo a etapa Alfa, realizada no Centro de Instrução e Adestramento Almirante Átilla Monteiro Aché (CIAMA), por sua vez subdividida em uma parte básica para todas as especialidades e uma parte específica para cada especialidade, e a etapa Bravo a bordo dos Submarinos, incrementando o uso de simuladores como acessório de ensino e produzir uma alteração na seleção de pessoal no sentido de admitir mais praças ET.

SUBMARINOS NUCLEARES

I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

O funcionamento seguro e eficiente de um projeto de planta nuclear para propulsão em submarinos é função de três fatores básicos:

- a qualidade do projeto em si;
- a qualidade da construção; e
- o preparo do pessoal que irá operá-lo.

A operação de submarinos exige pessoal qualificado. Essa qualificação aumenta exponencialmente quando se trata de submarinos nucleares.

Um comandante de SN da marinha dos Estados Unidos considera a diferença entre a propulsão nu-

clear e a propulsão diesel-elétrica como sendo tão grande quanto uma bicicleta e um automóvel moderno.

"Um submarino de propulsão diesel-elétrica, como a bicicleta, é relativamente vagaroso, com raio de ação limitado e desconfortável, porém, de certa forma, de concepção simples, fácil de reparar e não requer muita destreza por parte do operador, naturalmente – quando comparado a um submarino de propulsão nuclear. Este, como um automóvel, é veloz, capaz de operar a longas distâncias de sua base e confortável, entretanto extremamente complexo e dispendioso, necessitando especialistas e facilidades para manutenção e reparo e demandando maior responsabilidade e auto-disciplina por parte do operador".

No meu entender é muito mais que isto. A responsabilidade do operador aumenta na medida em que um acidente envolvendo submarinos convencionais põe em risco somente a tripulação; já um acidente com uma planta nuclear, dependendo das porções, pode por em risco parcela significativa da população civil. Mesmo um acidente de pequena envergadura pode sensibilizar a opinião pública a ponto de, numa situação extrema, haver uma decisão política no sentido de paralizar todo um programa já iniciado.

Portanto, o preparo do pessoal, objeto de estudo no presente trabalho, requer um cuidado especial em face às responsabilidades envolvidas, relegando, até a um plano menos importante, o fator custo.

A formação do submarinista deve ser tão peculiar quanto às tarefas que esse pessoal irá desempenhar. Paralelamente à preparação técnica, deverá haver, também, uma preparação psicológica para ir criando, perante os alunos, seja nos oficiais, seja nas praças, um clima de "respeito" pela planta. Esse "respeito", como parte desta preparação psicológica, deve ser cultivado durante o curso e mantido durante toda a vida de submarinista. Para tal, já se vislumbra que haverá necessidade de estágios em protótipos do reator e de se estabelecer um período máximo durante o qual o homem poderá permanecer exercendo uma mesma função ligada à planta para que não ache que atingiu uma condição de auto-suficiência, em termos de conhecimento sobre a sua incumbência, a ponto de poder relaxar nos procedimentos.

Além disso a preparação psicológica se faz mister pelas naturais e evidentes más condições da vida de bordo – longos afastamentos da família e dos amigos, serviço repetitivo, ambiente confinado, etc –; o submarinista nuclear dedica-se ao trabalho mesmo quando dormindo, pois é obrigado a fazê-lo ao lado de uma virtual "bomba atômica".

A vida sedentária que se leva a bordo de submarinos sugere que, durante o curso e mesmo ao longo da carreira, haja uma preocupação com o condicionamento físico do homem, submetendo-o a um programa de treinamento físico militar. Em adição, há necessidade de acompanhamento rigoroso do estado de saúde do militar, mormente quanto a contaminações.

II - SELEÇÃO E RECRUTAMENTO DO PESSOAL

Pelos motivos abordados acima, pode-se concluir que o atual sistema de seleção deverá sofrer alterações no sentido de definir parâmetros psicopsicológicos a que deve atender o candidato ao guarnecimento de SN. As seguintes condicionantes devem ser observadas:

- dar ênfase à necessidade de maior nível de inteligência em face da carga de informações a que estará sujeito o cursando;
- estabelecer um limite máximo de idade, tendo em vista o maior aproveitamento possível do homem nas funções técnico-operativas;
- estabelecer requisitos psicológicos compatíveis com o ambiente de bordo; e
- estabelecer requisitos físicos para que o candidato possa atender ao ritmo do curso e da vida de bordo. Certamente deverão ser mais rígidos e específicos que os atuais.

Modificações devem ser feitas, também, nas fontes de entrada, de modo a permitir que, além do pessoal atualmente recrutado, se possa admitir civis e oficiais do Quadro de Oficiais Auxiliares da Armada (QOAA).

III - A FORMAÇÃO DE OFICIAIS

Ao analisar a formação de oficiais em SN, cumpre questionar inicialmente:

Os futuros Comandantes de SN deveriam ser originalmente engenheiros nucleares com curso de submarinista ou seriam submarinistas com cursos na área de engenharia nuclear?

Antes de responder a tal pergunta, vale citar uma experiência obtida por nossa Marinha com a permissão para que Oficiais do Quadro Complementar (QC) se matriculem no CASO. Desde que isso ocorreu, sete oficiais assim o fizeram e somente dois concluíram o curso, o que demonstra ser muito difícil

a transformação de civis em submarinistas, considerando-se os requisitos especiais exigidos.

Portanto, o Comandante e o Imediato de um submarino nuclear, no meu ponto de vista, têm que ser oficiais oriundos da Escola Naval (EN) que optaram pelo aperfeiçoamento em submarinos; devem ser homens com longa experiência em submarino e ser conhecedores dos principais assuntos de todas as incumbências de bordo; no caso do Comandante, ter sido Imediato e ter concluído um Curso de Qualificação para Comandantes de Submarinos Nucleares. Ambos têm que ser qualificados a operar a planta nuclear. Desta forma, os oficiais oriundos da Escola Naval, após o aperfeiçoamento em submarinos, estariam aptos a serem encarregados de quaisquer divisões e dariam início ao preparo para o Comando. Procurando conhecer as principais tarefas dos departamentos, freqüentando cursos expeditos, etc. O Comando da Força de submarinos faria um registro do desempenho do oficial, ao longo da carreira, e somente aqueles que cumprissem todas as etapas seriam matriculados no Curso de Qualificação para Comandantes. Esse curso teria o propósito de dar um treinamento-tático e em fainas de emergência com a planta do submarino; nessa ocasião, o oficial mostraria o resultado da trajetória de sua carreira e receberia sua última avaliação para o Comando.

Assim, acredito que quando um oficial fosse designado pelo Ministro da Marinha para o Comando de um SN estaria a altura da responsabilidade que tal cargo impõe.

Uma outra fonte de recrutamento seriam os oficiais dos atuais QC-CA e QOAA, os quais poderiam fazer o Curso Avançado de Propulsão Nuclear e o CASO, desde que já tivessem especialidades afins com o Departamento de Máquinas, isto é, os oficiais do QC já deveriam ser graduados em engenharia mecânica, elétrica/eletrônica ou nuclear e os do QOAA subespecializados em submarinos e das seguintes especialidades: Motores (MO), Máquinas (MA), Eletricidade (EL) e Comunicações Interiores (CI). Eles serviriam somente no Departamento de Máquinas dos Navios, podendo atingir até a função de Chefe de Máquinas. Seriam aproveitados, fora de bordo, na Escola de Submarinos como instrutores, no Departamento Industrial da Base de Apoio, na Gerência de Reparos de Submarinos, na Seção de Logística do Estado-Maior do Comando da Força de Submarinos, entre outras.

Basicamente, a grande diferença, em termos de formação, entre o submarinista nuclear e o submarinista convencional seria o Curso Avançado de Propulsão Nuclear. Esse curso teria o propósito de qualificar

o oficial a operar e conduzir a planta do submarino e não transformá-lo em engenheiro nuclear. seria um curso objetivo e adaptado às necessidades navais, o que redundaria em tempo e custos menores. Seria dividido em duas etapas: a primeira seria teórica, realizada no CIAMA, com duração de 6 meses, onde os oficiais alunos receberiam uma carga de conhecimentos necessária para passar à etapa seguinte. A exemplo da Marinha dos Estados Unidos seriam ministrados, entre outras, as seguintes matérias: Cálculo Avançado, Física Nuclear, Teoria e Engenharia de Reatores, Química, Metalurgia, Servomecanismos e Controle e Sistemas de uma Planta Nuclear. A segunda seria essencialmente prática com duração de 6 meses.

Neste ponto, cabe a seguinte questão: O que seria melhor para a fase prática do curso, um simulador ou protótipo? Não obstante, um único protótipo possa sugerir problemas de disponibilidade, em face do mesmo ter que ser utilizado para possíveis desenvolvimentos da planta e ao mesmo tempo para treinamento de pessoal, o que poderia ser evitado com a construção de simuladores, estes, porém, jamais substituiriam aquele em termos de realismo e motivação e não dariam o senso de responsabilidade e disciplina ao operador. Embora o protótipo se resumisse meramente numa seção de casco abrangendo o compartimento do reator e da praça de máquinas, a sua importância para a formação do pessoal está no fato de que as conseqüências dos erros, por parte dos "operadores", seriam tão severas quanto se fossem no mar, a bordo do submarino. É o acessório ideal para criar o clima de "respeito" pela planta nuclear nos alunos. Além dessa vantagem, a qual considero imprescindível, o fato da construção do protótipo já fazer parte do programa de desenvolvimento do SNAC II, estando seu custo embutido no do Centro Experimental de Aramar, faz com que não haja necessidade de alocação de verbas para construção de simuladores.

Resumidamente, sugiro a seguinte linha de ação a ser adotada:

- 1 - Curso Avançado de Propulsão Nuclear para Oficiais - (CAPNOF), duração de um ano, dividido em duas etapas. A primeira, teórica, com duração de 6 meses, realizada na Escola de Submarinos do CIAMA. A segunda, prática, com duração também de 6 meses, realizada no protótipo do Centro Experimental de Aramar, em Iperó. Este curso seria para os oficiais selecionados para guarnecer SN;
- 2 - Curso de Aperfeiçoamento de submarinos para Oficiais - (CASO) - duração de 4

meses, realizado na Escola de Submarinos do CIAMA. Este curso seria para todos os oficiais selecionados para servir em submarinos nucleares e convencionais;

- 3 - Qualificação a bordo de SN - duração de 1 ano para oficiais oriundos da EN - potenciais Imediatos e Comandantes - e duração de 8 meses para oficiais do QC e do QOAA - aqueles que só servirão no Departamento de Máquinas.

Os oficiais do Corpo da Armada (CA), após formados submarinistas nucleares, estariam aptos a desempenhar os serviços de Oficial de Águas e de Oficial de Quarto de Máquina, e assumir funções administrativas em qualquer departamento. Já os oficiais do QC e QOAA só poderiam executar o serviço de Oficial de Quarto de Máquina e assumir funções somente no Departamento de Máquinas;

- 4 - Curso Expedito de Qualificação para o Serviço de Oficial de Periscópio;
- 5 - Curso Expedito de Operações de Submarinos para Oficiais.

Esses dois últimos cursos seriam também ministrados aos oficiais de SC e seriam feitos somente pelos oficiais do CA; e

- 6 - Curso expedito de Qualificação para Futuros Comandantes de Submarinos Nucleares (C-EXP-QFCOSN) - duração de 06 meses, realizado no CIAMA, no protótipo e a bordo. Objetivaria a qualificação dos futuros Comandantes de SN. O treinamento tático seria ministrado no CIAMA, sendo o mesmo do C-EXP-QFCOS, acrescido de um treinamento de fainas de emergência relativas à propulsão no protótipo, em Iperó e de uma fase prática no mar, a bordo de um SN. Assim, considero que os cursos acima citados, nesta sequência, seriam necessários e suficientes para propiciar uma qualificação segura para o exercício de qualquer função a bordo de um SN.

A primeira etapa do CAPNOF, essencialmente teórica, inicialmente pode ser ministrada no CIAMA, pois não requer recursos de instrução complicados e dispensa, deste modo, a locação de verba para construção de uma escola. A longo prazo, quando a propulsão nuclear se estender a navios de superfície e o número total de meios for significativo, poder-se-á pensar em uma Escola Escola de Propulsão Nuclear da Marinha.



A título de motivação e para eliminar um possível embrião de uma nova especialidade – a de submarinistas nucleares –, prejudicial, a meu ver, ao espírito de Corpo da Força de submarinos, poder-se-ia permitir que oficiais já submarinistas, todavia não selecionados para SN por não preencherem requisitos para operar a planta nuclear, pudessem servir nesses navios como oficiais de divisões que não as do Departamento de Máquinas, podendo desempenhar os serviços de Oficial de Águas e Oficial Superior de Quarto e atingindo até a função de Chefe do Departamento de Operações. Para tal, bastariam fazer um curso expedito sobre SN e uma rápida qualificação a bordo.

IV – A FORMAÇÃO DE PRAÇAS

Quanto às praças, parece ser preciso dividi-las em dois grupos distintos: as praças do Departamento de Máquinas e as praças dos demais departamentos e divisões.

Para as praças voluntárias para subespecialização em submarinos, pertencentes ao segundo grupo, não haveria necessidade de mudar a atual sistemática. Talvez aumentar em 2 meses a duração do CSSP em face à maior complexidade dos sistemas de um SN. A etapa Alfa do CSSP seria única tanto para os que fossem guarnecer SN quanto para os que fossem guarnecer SC. Apenas a etapa Bravo seria um pouco mais extensa para aqueles que fossem qualificar em SN – mais 2 meses.

Dessa forma, haveria uma maior flexibilidade para atender às movimentações dessas praças entre os navios e para facilitar o revezamento das guarnições. Para praças que fossem transferidas de um SC para um SN, bastaria apenas um breve período de qualificação à bordo.

Já para as praças do primeiro grupo – aquelas que irão servir no Departamento de Máquinas e, portanto, operar a planta nuclear –, carece de uma sensível reformulação na fonte de recrutamento.

A bagagem de conhecimentos, para acompanhar um Curso Básico de Propulsão Nuclear onde, tomando como base o que ocorre na Marinha Americana, serão administradas, entre outras, matérias como Cálculo Elementar, Física Básica, Teoria de Eletricidade, Teoria de Reator, Termodinâmica, Química, Metalurgia, Sistemas de Planta Nuclear e Fisiologia, irá requerer uma nova porta de entrada para a Marinha: a admissão de civis, de nível técnico, qualificados em mecânica, eletricidade e eletrônica ou mesmo operadores de usinas nucleares, os quais preenchessem os parâmetros estabelecidos. Além desses, po-

deriam também ser incluídos os cabos “maquinistas” voluntários para o serviço em submarinos que, também, preenchessem os parâmetros para guarnecimento de SN.

Uma vez cumpridas todas as etapas da seleção, freqüentariam um Curso Básico de Propulsão Nuclear, onde, em paralelo, teriam instrução militar-naval, voltada para uma preparação psicopsicológica especial para o serviço em SN, preparação esta que seria corroborada pelo estágio no protótipo, em face às razões já explicadas.

A seguir seriam matriculados no CSSP e, ao término deste, após exame final, declarados submarinistas e promovidos a Terceiros-Sargentos. Isto já seria parte de um plano de carreira especial, mais amplo, necessário, no meu entender, de modo a permitir que, por outro lado, se aproveite ao máximo a habilitação do homem e, por outro, se evite um desgaste excessivo e sua possível evasão do serviço.

Outro fator a ser considerado seria uma alternância entre um período de mar e um período de terra, que deverá ser bem estudada e balanceada, pois, certamente, se por um lado terá que atender às concepções de ordem operativa, por outro lado terá que se conformar às necessidades psicossociais da tripulação. Essa alternância servirá, também, para contribuir com a manutenção do “respeito” pela planta nuclear.

Finalmente, como Primeiros-Sargentos, fariam um Curso de Aperfeiçoamento de Propulsão Nuclear que os habilitaria a desempenhar funções de supervisores de quarto.

Assim sendo, de forma sumária, a formação das praças ficaria assim:

- 1 – Curso Básico de Propulsão Nuclear para Praças (CBaPNPr) – duração de um ano, dividido em duas etapas: a primeira, teórica, com duração de 6 meses realizada na Escola de Submarinos do CIAMA. Durante esta etapa seria iniciada a instrução militar-naval; e a segunda, prática, com duração também de 6 meses, realizada no protótipo do Centro Experimental de Aramar, em Iperó, dando continuação à instrução militar-naval.
- 2 – Curso de Subespecialização de Submarinos para Praças – duração de 12 a 15 meses, função do tipo de serviço a guarnecer a bordo – se relacionado com a planta ou não. O curso seria dividido em duas etapas: a etapa Alfa realizada no CIAMA, com

duração de 6 meses, subdividida em uma parte básica, para todas as especialidades - 3 meses -, e uma parte específica para cada especialidade - 3 meses -, e a etapa Bravo, a bordo, com duração de 6 meses, para os não pertencentes ao Departamento de Máquinas, e de um ano para os maquinistas. Esses fariam somente a parte básica da etapa Alfa, porque a parte específica da especialidade teria sido concluída no CBaPNPr.

- 3 - Curso de Aperfeiçoamento de Propulsão para Praças (CApPNPr) - duração de 6 meses, sendo uma etapa realizada no CIAMA e outra no protótipo do Centro Experimental de Aramar, para Primeiros-Sargentos, operadores da planta nuclear, os quais se tornariam habilitados para desempenhar o serviço de Supervisor de Quarto da Máquina.

V - CONSIDERAÇÕES FINAIS

As durações dos cursos acima sugeridas são apenas uma idéia inicial. Elas foram baseadas em informações relativas à Marinha Americana, devendo ser melhor avaliadas na ocasião da elaboração dos respectivos currículos.

Cumprе salientar que a qualidade do preparo do pessoal, de formação cara, fará com que haja ne-

cessidade de se estabelecer um conveniente plano de incentivos, com vistas à permanência do pessoal no serviço de SN, envolvendo desde compensações financeiras até facilidades de progressão na carreira, além de outras medidas, evitando que ocorram evasões, sejam por pressões do mercado de trabalho, ávido de elementos qualificados, sejam por razões sentimentais - longo afastamento da família e dos amigos.

A mudança causada pelo programa de formação de pessoal, devido ao nascimento de um contingente altamente habilitado e bem dotado de inteligência e cultura, despertará ambições em termos de progressão funcional e financeira, principalmente nas praças. Esta é razão pela qual se deverá permitir a admissão de oficiais do QOAA no CAPNOF e no CASO, não só por questões de motivação e prestígio ao pessoal, mas também como uma maneira de retê-los no serviço do SN.

Finalmente, em que pese o resultado não muito favorável, em termos de estatística, na admissão de oficiais do QC no serviço de submarinos, acho válido a abertura de voluntariado para oficiais deste quadro, para exercer funções específicas no Departamento de Máquinas, a bordo, e funções afins com suas especialidades, em terra, como um intermediário entre o técnico e o operativo.

PERISCÓPIOS

Navy International - Dezembro/89 Tradutor:
CF CARLOS A. C. DAMBROS

O moderno periscópio é o mais sensível e sofisticado sensor oprônico, normalmente integrando câmara de tv com vídeo K-7, intensificador de imagem, detecção IR, medidor de distância a "laser", linha de horizonte giro-estabilizada, etc.... Em acréscimo, o mastro normalmente comporta vários outros sensores, tais como MAGE e antena de comunicação. A obtenção de informações pelos sistemas de periscópio podem ser usadas par ampliar informações adqui-

Embora atualmente o sonar seja o principal sensor para o Submarino, o periscópio continuará a manter sua importância especialmente para submarinos engajados contra alvos de superfície. O desenvolvimento do periscópio em futuro próximo, acarretará grandes alterações no desenho do compartimento da manobra e quiça em toda seção central dos modernos submarinos.

ridas pelo sonar; e é muito improvável que as informações periscópicas possam ser completamente substituídas pelos sensores acústicos ou quaisquer outros sensores, tanto em submarinos nucleares como em submarinos de propulsão convencional.

TIPOS DE PERISCÓPIOS

Os projetos de periscópios, recebem atualmente um maior incremento devido aos resultados obtidos no desenvolvimento da optrônica, fibras óticas e tecnologias correlatas. No momento a maioria dos periscópios instalados são de tubo penetrante ao casco resistente.

Os primeiros periscópios penetrantes sofrem da desvantagem do operador ser obrigado a adotar incômodas posições quando se utilizando da ocular, situada na base do mesmo. No caso do içamento do mastro, para otimização do tempo de exposição, o operador deve usar a ocular no momento em que a mesma emerge do poço, pois este é o instante em que a extremidade superior do periscópio aflora a superfície; isto exige praticamente que o operador inicie a observação deitado ou muito agachado ao chão do compartimento. Com o movimento ascendente do mastro, o operador é obrigado a manter-se na ocular ao mesmo tempo que gira o periscópio de 360° de modo a efetuar a varredura de horizonte.

Durante a aproximação e ataque, este desgastante movimento tem que ser repetido inúmeras vezes, aumentando muito o nível de fadiga do operador do periscópio e provavelmente reduzindo sua eficiência e capacidade de conduzir o ataque com sucesso.

Os modernos periscópios penetrantes sobrepujam este problema, e em certos sistemas o operador não é mais obrigado a adotar incômodas posições visando uma observação rápida e eficiente. Isto é conseguido por meio de um sistema que consiste da montagem de um tubo envolvente ao mastro do periscópio, neste tubo é afixada a ocular e uma cadeira, sendo que ambas mantêm-se sempre ao mesmo nível independente da posição do mastro. O campo visual é refletido por um prisma montado na parte inferior do tubo e em frente à ocular localizada no nível do olho do observador sentado. Isto possibilita um campo de visão contínuo durante toda a subida e descida do mastro do periscópio, logicamente sem desconforto para o operador.

Este sistema, além de oferecer uma maior comodidade, tem grande vantagem de permitir um efetivo controle da área de exposição da parte superior do mastro do periscópio; conseqüentemente ocasionan-

do uma maior discriminação para o submarino, com redução expressiva da possibilidade de detecção radar. A principal desvantagem deste sistema é a área ocupada pelo mesmo no compartimento da manobra já que necessita um espaço maior para sua instalação.

Os desenvolvimentos, agora conduzidos, na área de periscópios, permitirão a introdução de sistemas não penetrantes (NPP) com todas as óbvias vantagens que os mesmos trarão aos projetos e operações dos novos submarinos.

Os mastros NPP têm a vantagem de permitir um piso corrido no compartimento de Manobra, sem obstrução e com a particularidade de permitir uma posição para o Operador (Comandante) da qual ele tenha um completo controle e visão de todo o compartimento (Fig. 1).

A incorporação de novas tecnologias, permitirá a apresentação de imagem obtida pelo sensor ótico em uma grande tela, posicionada em um extremo do compartimento de Manobra, eliminando a necessidade do operador ter que posicionar-se de modo a se utilizar de uma ocular para ter acesso a imagens da superfície. Pelo fato do operador observar toda a varredura de horizonte de uma posição fixa, o mesmo não possui de imediato, um sentimento da marcação relativa e da direção da imagem apresentada, por esta razão, aparece juntamente com a imagem, na tela, uma escala fixa de marcações relativas. A adaptação a este novo método de apresentação visual demanda tempo, mas atualmente tais sistemas óticos com controle remoto, estão sendo empregados com freqüência em navios de superfície.

A grande vantagem do mastro não penetrante com apresentação de imagens em tela independente é o pouco espaço, projetado no piso do compartimento, ocupado pelo sistema, o que é de máxima importância no projeto de submarinos. Tornar-se claro que com estes revolucionários desenvolvimentos os futuros projetos de submarinos deverão diferir consideravelmente dos projetos atuais, não somente por seu arranjo interior, mas também possivelmente pela localização e tamanho da vela. A completa reestruturação do compartimento de Manobra, agora possível com tais sistemas, necessitará um completo reestudo do posicionamento do Comandante e equipe no mesmo.

Existem dois tipos de periscópios, cada um com seu arranjo ocular característico. O periscópio principal, de Busca, com grandes oculares e projetado para adquirir a máxima quantidade de energia luminosa de modo a prover a melhor detecção, mesmo em condições de baixa luminosidade. Este tipo de peris-

cópio incorpora sistemas óticos extras para uso noturno, além de incluir um mecanismo estabilizador para permitir obtenção da altura das estrelas para navegação. Já o pequeno periscópio de Ataque, foi projetado para causar a mínima turbulência ao cortar a superfície do mar e a mínima reflexão radar, a fim de reduzir a possibilidade de detecção.

VIBRAÇÕES NO PERISCÓPIO

Um aspecto importante de qualquer sistema periscópio é a sua altura real fora da vela quando totalmente içado. A distância a que um periscópio pode ser içado, é limitada pela vibração que ocorre quando o periscópio corta a lâmina d'água, após determinada velocidade do submarino.

A experiência da maioria dos submarinistas, reza que um periscópio começa a vibrar, quando a velocidade ultrapassa 8 a 9 nós. Esta vibração ocorre pela ressonância entre a frequência natural de curvatura da parte exposta do periscópio à água e a frequência do redemoinho criado pelo deslocamento do periscópio na mesma. Este é um efeito hidrodinâmico padrão, que é relacionado à velocidade do corpo através da água e a seu diâmetro. Obviamente qualquer vibração em um periscópio é um fator crítico, desde que ela interfere na nitidez da imagem transmitida ao compartimento de Manobra.

Tal vibração pode ser diminuída pelo aumento na resistência do tubo periscópio, mas isto pode acarretar um aumento do peso pelo aumento da espessura da parede do tubo. Por outro lado, se a espessura desta parede for demasiadamente aumentada, o tubo periscópico então sofrerá o efeito de curvatura ocasionado pelo seu próprio peso.

O tubo periscópio pode também vibrar em diferentes frequências e em diferentes modos de oscilação que variam com a maneira que o mesmo é montado no submarino. Entretanto, estas vibrações não são tão críticas como a gerada por seu deslocamento na lâmina d'água.

Estes problemas já estão agora superados, pela adaptação de carenagens (fairings) hidrodinâmicas envolvendo o mastro do periscópio e por lentes corretivas especiais, capazes de permitir uma visão clara mesmo com vibrações correspondentes a velocidades superiores a 12 nós.

PERISCÓPIOS X DESENHOS DE SUBMARINOS

Uma consideração final, a ser levada em conta, refere-se ao posicionamento dos periscópios na vela e ao próprio posicionamento da vela em relação ao

submarino. Obviamente o mais importante é que qualquer sistema ótico deva ser de tal forma montado, que permita um perfeito campo de visão. Geralmente, por esta razão o arranjo dos periscópios tende a ser feito avante de qualquer outro mastro, para garantir um campo visual limpo para vante e evitar que borrifos possam ser lançados sobre suas lentes, por outros mastros.

Na realidade o posicionamento dos periscópios é ditado por duas considerações: a) a necessidade de manter-se o máximo de espaço disponível no compartimento de Manobra; b) a necessidade de obter-se o máximo da qualidade hidrodinâmica do casco, que de certo modo é influenciada pelo posicionamento da vela.

O posicionamento da vela em relação aos mastros é particularmente importante, pois prevê um reforço essencial aos mesmos, em particular aos não penetrantes, já que existem casos em que os seus mecanismos de arriamento e içamento devem ser também mantidos na vela, externamente ao casco resistente.

Embora o mecanismo de içamento e arriamento dos mastros deva ser completamente silencioso quando em operação, o mesmo deve, por outro lado, permitir que o mastro seja arriado e içado o mais rapidamente possível.

SISTEMAS PERISCÓPIOS

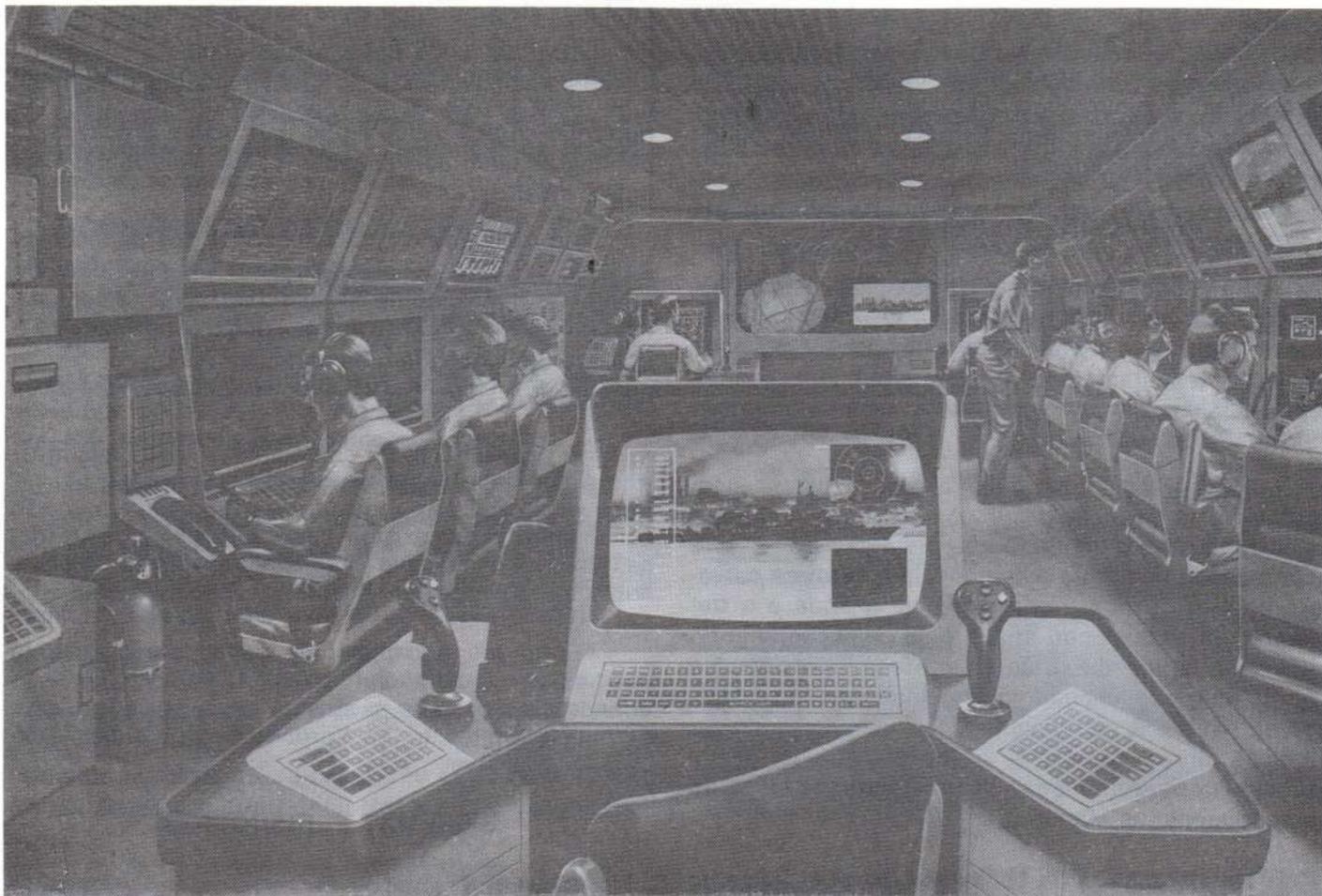
Sistema Francês

A SOPELEM tem projetado e construído uma gama de periscópios em colaboração com o Departamento Técnico da Marinha Francesa.

O Periscópio Penetrante do Tipo J, desenvolvido para o submarino classe AGOSTA, incorpora a Antena APA4 e o MAGE onidirecional AUD. Dois aumentos são disponíveis, 1,5X e 6X, com abertura de campo, respectivamente de 20 e 5°.

O Periscópio Penetrante do Tipo K, incorpora um amplificador de luz para uso noturno. Ele prevê uma abertura de campo de 10° com aumento de 5X e arco de elevação variando entre -10/+10°. De dia o aumento utilizado é de 1,5X e 6X com aberturas de campo respectivas de 36° e 9°, com elevação variando entre -10/80°.

O Periscópio de Ataque do Tipo ST5, também instalado nos navios Classe AGOSTA, incorporam um banco para o operador e é de construção inteiriça para facilidade de instalação. Sua conreira pode ser hidráulica ou manual. Utiliza um conjunto ocular fixo com aumento de 1,5X e 6X e campos de aberturas de 30° 37°, com elevação variando entre -10/+80°.



Impressão artística da concepção da "KOLLMORGEN" da próxima geração do Centro de Controle de um Submarino.

A nova geração de periscópios e mastros optrônicos desenvolvidos pela SAGEM e construídos em sociedade com a SOPOLEM, combinam vários sensores em um único mastro como no Sistema PIVAIR. Isto permite ao operador aumentar o período de operação pelo uso de amplificação térmica de imagens que prevê visão diurna e noturna além de um melhor alcance de detecção em qualquer condição climática; o sistema automático de vigilância IR melhora a qualidade da imagem através da giroestabilização da linha de visada, em 1 ou 2 eixos tanto para o canal IR quanto para o ótico; as antenas de vigilância MAGE e comunicações montadas no topo do mastro, sextante incorporando sistema de medição de curvatura ou flexão do mastro e antena APS/NAVSTAR, compõem os acessórios principais deste sistema.

Um console próprio, multifunção, integrado ao sistema de combate de bordo, com uma ou duas telas

coloridas, incorpora todos os controles necessários à operação remota do periscópio e, para monitoração de imagens óticas/térmicas em tempo real ou gravadas em vídeo-tape. Um designador de alvos, capaz de transmitir informações de elevação, distância e marcação verdadeira ao sistema de controle de fogo, pode também ser integrado ao sistema.

Ambas as versões do mastro PIVAIR, penetrante e não penetrante, estão disponíveis e o sistema pode ser adaptado aos padrões já existentes. Outros acessórios disponíveis são: câmera de TV, estadímetro, telêmetro a "laser" e aumento de 12 X.

Sistema Inglês

PILKINGTON OPTRONICS/BARR & STROUD constroem três tipos de periscópios utilizados de a-

cordo com o tipo de submarino: o periscópio de 127mm (diâmetro externo), para submarinos de 300/400 ton (que normalmente levam apenas um periscópio) e os periscópios de 190mm e de 254mm para submarinos de 2000 ton ou maiores.

Uma variedade de modelos de periscópios de 190mm está disponível tanto de Busca como de Ataque e combinados Busca/Ataque.

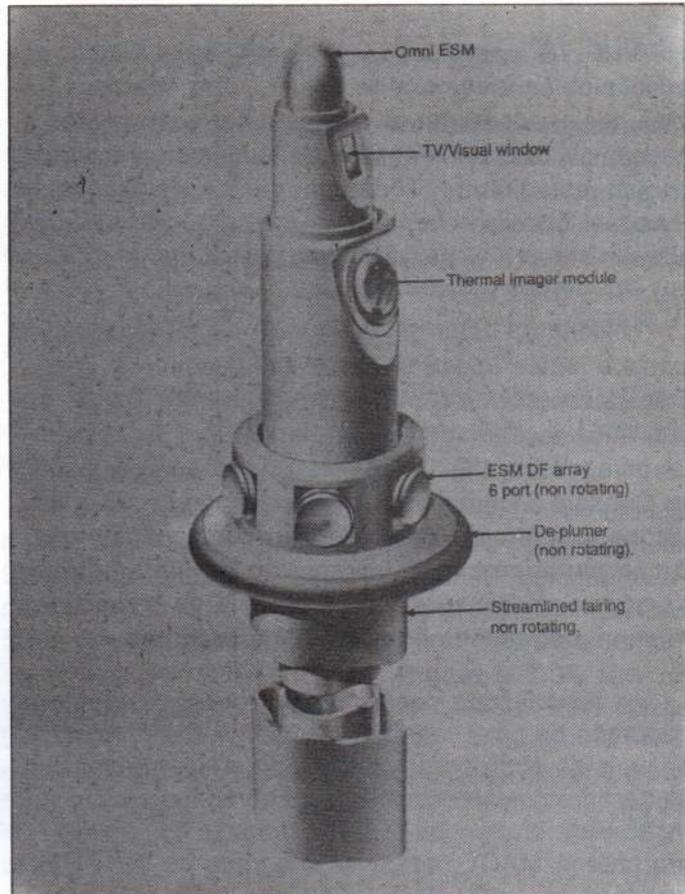
O modelo de Ataque CH099 incorpora uma gama de aperfeiçoamentos, incluindo: amplificador térmico de imagem ou LLTV, nunca ambos, por falta de espaço. O receptor de IR é montado na base de cabeça superior, com uma separação e uma grande janela revestida de germânio provê uma máxima abertura de modo a permitir a máxima incidência de radiação IR. A montagem deste sistema no topo do mastro proporciona o mínimo de perdas na recepção do espectro na faixa de IR. A imagem é apresentada em uma ocular sobre uma VCR e pode ser transmitida por um monitor de TV em separado, se necessário.

Informações de marcação e distância são apresentados na VCR da ocular e automaticamente transmitidas ao Sistema de Direção de Tiro de forma digital ou analógica, de acordo com a especificação do utilizador. Dois aumentos estão disponíveis (1,5X e 6X).

A versão de observação de periscópio de 190mm (CK059) incorpora muitos dos acessórios do modelo CH099. Pelo fato de possuir uma janela de observação bem mais longa, ele pode incorporar um intensificador de imagem sobre o sistema ótico. Este intensificador se utiliza de um tubo MULLARD que o habilita ao uso noturno e pode ser instalado no caminho dos raios luminosos quando necessário.

A cabeça no topo do mastro pode também receber uma antena MAGE onidirecional. Um console para controle remoto do periscópio pode ser utilizado, quando LLTV ou um amplificador de imagem térmica for instalado. Por este console, o operador pode selecionar a velocidade de rotação (variável entre 0/12RPM), elevação da linha de visada (-10/+30°, sendo que este limite pode ser aumentado para 74°, com metade do campo visual - a abertura do campo em aumento menor é de 32° e em aumento maior 8°), troca de aumento, foco de todas as funções (ópticas, térmicas, TV), transmissão de informações de marcação e distância, controles de imagens de TV e térmicas, e introdução da altura do alvo para obtenção de distância estadimétrica. Este console também incorpora o equipamento de vídeo K-7.

O periscópio combinado de observação e ataque CK040 alia os sensores de busca e ataque e é suficientemente espaçoso para incorporar um intensificador de imagem que venha a ser instalado.



Arranjo do Mastro Optrônico "PILKINGTON"

Os periscópios CH085 de ataque e CK035 de observação têm um diâmetro de 254mm e equipam os submarinos da nova classe "UPHOLDER", britânicos, além de estarem disponíveis para exportação. A versão de ataque incorpora um grande avanço na "performance" ótica sobre o modelo de 190mm. O modelo incorpora um amplificador de imagem térmica PILKINGTON IR18 ou um intensificador de imagem e câmera de TV. Se necessário um telêmetro a "laser" pode ser instalado. O modelo CK035 incorpora um sextante com horizonte artificial e aparelho ótico com três aumentos (1,5X, 6X e 12X), além de todos os outros acessórios já descritos.

Os periscópios PILKINGTON incorporam um acessório, patenteado, capaz de eliminar vibrações, o que permite utilizá-los a velocidades em imersão de até 16 nós, embora, 12 nós seja a velocidade máxima usual de emprego. Todos os periscópios são assistidos por um motor de conteira que pode ser controlado remotamente. São também revestidos de material absorvente radar e podem incorporar antenas de



UHF/VHF. É padronizado também, para todos os periscópios uma câmera de 35mm. Hora, marcação e letras designadoras de alvo podem ser sobrepostos à imagem na ocular. Todos os periscópios incorporam também, estadímetro. Toda informação complementar e imagem ótica apresentada na ocular, pode ser gravada em vídeo K-7 para posterior consulta.

Pilkington Optronics junto com Mactaggart Scott's e logica Space Defence and Defence Systems estão desenvolvendo um mastro oprônico capaz de obter informações sobre uma ampla faixa do espectro eletromagnético (fig. 2). O sistema é composto por um Console Multifuncional de apresentação de informações e controle remoto de periscópios e um mastro não penetrante, que incorpora o conjunto oprônico, módulo de conreira e engrenagem de elevação e arriamento do mastro e unidade processadora.

A flexibilidade deste mastro modular, permite a adaptação de uma variedade de conjuntos oprônicos variáveis de acordo com a missão do submarino, que são facilmente intercambiáveis sem prejuízo na obtenção de informações. Este mastro foi projetado para antena MAGE, conjunto integrado de TV e imagem térmica com capacidade de operação noturna/diurna, busca rápida de ameaças aéreas e de superfície e capacidade de confrontar estas informações com as obtidas pelo MAGE, além da antena de comunicações. O mastro incorpora tecnologia de multiprogramação que o habilita a conduzir busca automática, gravando as imagens obtidas pelo sensor térmico, para posterior análise. Dentre as facilidades do sistema, está a capacidade do mastro mover-se a fim de compensar os picos e cavados das ondas ou manter-se a uma posição definida em relação a altura média do mar, de acordo com decisão apropriada do Comandante.

Os sensores óticos, TV e imagem térmica recebem estabilização e um processamento combinado de imagens com ampliação de contraste, captura de imagens, "zoom" e supressão de ruídos, oferecendo a este sistema uma "performance" muito superior a dos sistemas convencionais.

A Ferranti está desenvolvendo uma câmera de vídeo, miniaturizada, pequena o bastante para ser acomodada dentro do conjunto externo. Um monitor de imagens e um gravador de vídeo K-7 são instalados no console do Controle complementando o conjunto. De modo a permitir a instalação no conjunto sensor, no topo do mastro, a câmera é dividida, sendo seu

sensor de vídeo instalado afastado de meio de um blindado.

O sensor de vídeo (óxido metálico semi-condutor) produz uma imagem monocromática de alta qualidade com 400 linhas de resolução. A cabeça sensora é montada com uma lente de 28mm, padrão, focada para infinito e com abertura de diagrama variando entre 2,8 e 250.

Este conjunto sensor (Pod Oprônico) está também disponível para mastros penetrantes. Quando adaptado a NPP, o conjunto incorpora um redutor de esteira e é recoberto com material absorvente radar, é montado na vela do submarino sendo içado e arriado hidraulicamente. As informações obtidas, são transmitidas eletronicamente por meio de cabos elétricos e de fibra ótica que penetram o casco resistente.

Este mastro é bem aceito no mercado de modernização de meios, pelo fato de liberar o espaço que era normalmente ocupado pelos periscópios penetrantes no compartimento de Manobra. Tal sistema poderá, certamente ser incorporado aos submarinos das Classes "UPHOLDER" e "TRAFALGAR" da RN, já construídos, e passa a fazer parte do projeto destas classes ainda em construção. Este tipo de mastro oprônico não penetrante está sendo proposto para instalação na nova Classe de Submarinos Nucleares da USN "SEAWOLF" (SSN-21) e também para novas gerações de submarinos da RN. A Pilkington Optronics, atuando como especialista na integração do sistema, completou recentemente um estudo de exequibilidade para o UK SSN-20, juntamente com a Mactaggart Scott, que ficou responsável pela parte mecânica do mastro e a LÓGICA que conduziu o trabalho relativo ao processamento de imagens. A expectativa inicial, prevê a construção de 7 submarinos para RN e 30 submarinos para USN. Na ocasião em que foi escrito este artigo antecipou-se o recebimento de encomenda para ambas as Marinhas (RN e USN). Um modelo do sistema completo em escala real, foi montado e apresentado em setembro na RNEE.

A Pilkington Optronics está também fornecendo oito conjuntos de periscópio de observação e ataque, penetrantes, de última geração, para os submarinos tipo 471 da RAN, no qual 40% do trabalho será conduzido na Austrália pela AWA Defense Industries. Estes mesmos equipamentos também estão sendo fornecidos para os submarinos da classe SSBN "VANGUARD" da RN.

Sistemas Americanos

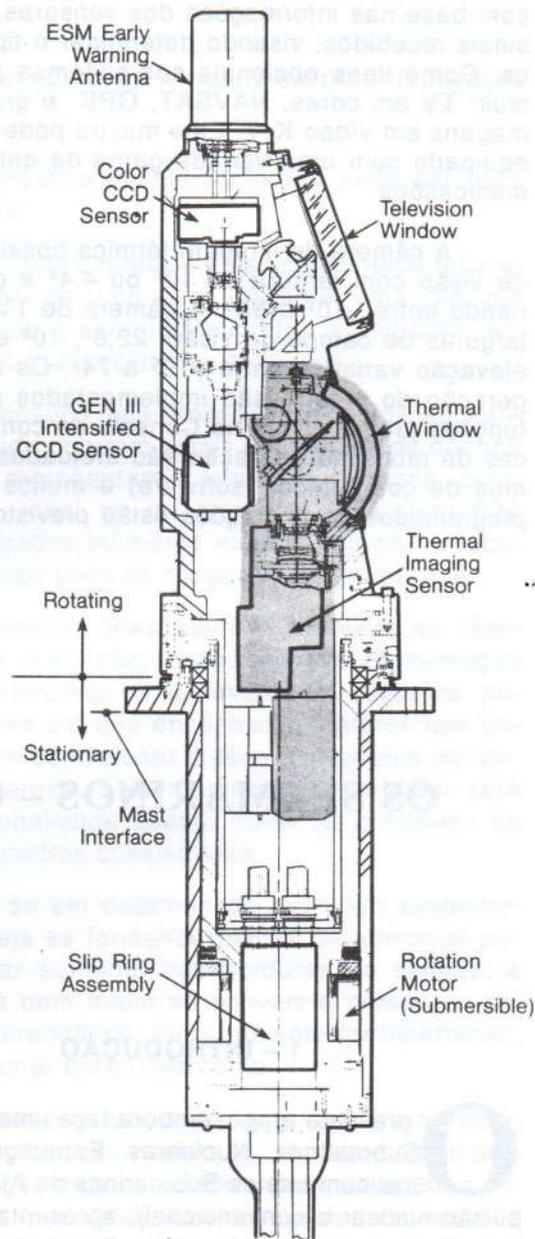
A Kollmorgen Company constrói o periscópio de Observação e Ataque modelo 76. O modelo de observação é montado com três aumentos, 1,5X, 6X e 12X e com um arco de elevação variando entre -10° e $+60^{\circ}$. O modelo possui um estadímetro eletrônico e opcionalmente pode ser equipado com uma câmera fotográfica de 35mm, TV, MAGE, Telêmetro a "laser" e Sensor para imagem térmica. Os equipamentos padrões são câmera LLTV, controle remoto e indicação de marcação verdadeira e relativa da linha de visada.

O modelo de ataque possui e os mesmos acessórios do de observação, incluindo os 3 aumentos sobre um arco de elevação variando entre -10° e $+74^{\circ}$.

A Kollmorgen, atualmente desenvolve a próxima geração de sistemas de imagens para submarinos, um NPP para as futuras gerações de submarinos da USN, possibilitada por um contrato firmado pela DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) em setembro de 1988. O sistema conhecido como ASIS (Advanced Submarine Imaging System), será instalado, para demonstração, avaliação e teste, em um submarino da classe "LOS ANGELES" (o "MENPHIS") ao final do próximo ano. Este sistema será planejado tanto para equipar os submarinos já existentes da classe "LOS ANGELES", por substituição, como para fazer parte dos equipamentos padrão dos novos submarinos desta classe a serem construídos. Como parte do Programa ASIS, a Kollmorgen assinou contrato com a Riva Colzoni da Itália, para desenvolvimento de um mastro não-penetrante capaz de aceitar uma grande variedade de sistemas de sensores componentes do Mastro Optrônico Mod. 86 atualmente em desenvolvimento pela Kollmorgen. O mastro hidrodinâmico de duplo-estágio deverá ser projetado de tal forma que permita sua rápida instalação e retirada do submarino.

A fixação deste mastro é feita pela sua base, no casco e pela sua parte superior na estrutura da vela do submarino. A penetração ao casco resistente só é feita pelos cabos elétricos e condutos hidráulicos, de forma estática (buchas de casco).

O Mastro Optrônico Mod. 86 combina sensores óticos e eletromagnéticos. Uma avançada tecnologia eletrônica permite processar e apresentar todas as informações, além de possibilitar a incorporação das funções de controle destes sistemas ao Console Principal de combate de submarino, com a vantagem da



"KOLLMORGEN - MOD.86"

redução de espaço necessário às instalações, aliada ao aumento da capacidade operativa do meio. O mastro Mod. 86 é composto de uma sensora (Pod), unidade de rotação e mastro hidrodinâmico operado hidráulicamente. Este conjunto é ligado por meio de cabos elétricos e de fibra ótica a equipamentos auxiliares internos ao casco resistente e um console de apresentação e controle. O sistema, estabilizado em



dois eixos, permite imagem térmica, LLTV e MAGE (opcional), além do uso de um computador capaz de, com base nas informações dos sensores, analisar os sinais recebidos, visando determinar o tipo de ameaça. Como itens opcionais aos sistemas podemos incluir: TV em cores, NAVSAT, GPS e gravação de imagens em vídeo K-7. Este mastro pode também ser equipado com uma variada gama de antenas de comunicações.

A câmera de imagem térmica possui um campo de visão com largura de 10° ou $4,4^\circ$ e elevação variando entre -10° a 55° . A câmera de TV possui três larguras de campo de visão: $22,8^\circ$, 10° e $4,4^\circ$ e com elevação variando entre -10° a 74° . Os modos de operação do mastro são implementados por meio de funções programadas no Console de controle. As trocas de modo de operação são efetuadas por programas de computador (software) e muitos modos pré-programados de operações estão previstos e disponí-

veis para seleção do operador. O console seleciona, de acordo com o modo de operação, o sensor ou sensores da unidade optrônica necessários. O sistema, então, envia sinais de contêira e elevação para o seu motor que posiciona o(s) sensor(es) escolhido(s) de modo que o(s) mesmo(s) esteja(m) apto(s) a executar(em) a(s) operação(ões) estabelecida(s) pelo operador. Este sistema possui potencial capaz de permitir que em futuro próximo sejam detectadas e analisadas automaticamente as ameaças.

Em um projeto totalmente independente, Kollmorgen e Dowty Sysgtms da Inglaterra estão explorando em conjunto a possibilidade de utilização deste sistema não penetrante de imagem nos submarinos da RN. Neste estudo de exequibilidade, cabe à Kollmorgen a parte do Periscópio Optrônico e à Dowty o Sistema de Integração com o compartimento de Manobra. Este sistema NPP, também está previsto para ser instalado nos Submarinos Classe "SEAWOLF", da USN.

OS SUBMARINOS – CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS

GILBERTO HUET DE BACELLAR SOBRINHO
Capitão-de-Mar-e-Guerra

1 – INTRODUÇÃO

O presente artigo, embora faça uma menção aos Submarinos Nucleares Estratégicos, aborda basicamente os Submarinos de Ataque (de propulsão nuclear e convencional), apresentando um quadro das perspectivas da nossa Força de Submarinos, tendo como referência bibliográfica palestras recentes da Força de Submarinos e considerações do autor.

2 – CARACTERÍSTICAS

O valor estratégico do ambiente oceânico nos dias de hoje é inquestionável, na medida em que somente a massa líquida dos mares possui a capacidade de manter oculto dos atuais sensores aerotransportados ou orbitais, os meios nela mergulhados.

O Submarino revela-se como um protagonista importante do Teatro de Operações Marítimo. Sua ca-

pacidade de atuar, independentemente, em áreas marítimas sob controle inimigo, assegura um elevado grau de surpresa tática.

As características dominantes dos Submarinos são:

– a DISCRIÇÃO, ou seja, a sua possibilidade de ocultação;

– a AUTONOMIA, entendida como o tempo máximo, expresso em dias, que o Submarino pode manter-se afastado da base, em operações, desde o suspender, pronto e abastecido para patrulha, até o retorno à base; a autonomia desempenha importante papel na guerra moderna, na medida em que as possibilidade de se antecipar as ações inimigas dela depende diretamente;

– a MOBILIDADE, associada à distância que o Submarino pode alcançar e à velocidade com que pode fazê-lo;



– a **MANOBRABILIDADE**, ou seja, a capacidade do Submarino alterar rapidamente o rumo, a profundidade e a velocidade, de forma controlada;

– a **CAPACIDADE DE DESTRUIÇÃO** total que pode infringir de uma só vez, representada pelo seu armamento; e

– a capacidade de exercer a **INICIATIVA DE AÇÕES**.

Os Submarinos da atualidade podem ser classificados em três categorias: os Submarinos Nucleares Estratégicos, os Submarinos Nucleares de Ataque e, os Submarinos Convencionais.

Os Submarinos Nucleares Estratégicos são Submarinos de grande porte, com elevada autonomia e movidos a propulsão nuclear, cujo principal armamento são os seus mísseis balísticos (dotados de ogivas nucleares, lançados verticalmente, com o Submarino em imersão). Os demais armamentos visam, mais especificamente, a sua auto-defesa. Esses Submarinos, em verdade, fazem o papel de uma plataforma móvel, e discreta, para o lançamento desses mísseis e é exatamente nesse aspecto que reside o seu valor estratégico. Os Submarinos soviéticos da classe "TYPHOON" são os Submarinos Nucleares Estratégicos de maior deslocamento, atualmente em atividade.



Submarino Russo da Classe "TYPHOON"



USS DALLAS (SSN-700)

Os Submarinos Nucleares de ataque são também movidos a propulsão nuclear, possuem grande autonomia e maior manobrabilidade que os primeiros, porém não dotam armamento nuclear de valor estratégico. Têm especial capacidade para acompanhar e destruir os primeiros – os Submarinos Nucleares Estratégicos – através do emprego de sofisticados torpedos acústicos anti-submarino. A sua capacidade para operar em águas profundas, aliada à autonomia



propiciada pelo seu reator naval da propulsão, lhe permite desenvolver altas velocidades, de forma discreta, sem cavitare (trânsito em águas profundas), por tempo indeterminado. Assim, dispo de uma velocidade de avanço superior a de uma Força Naval ou comboio em trânsito, lhe é facultado posicionar-se adequadamente para efetuar seus ataques, ou evadir-se, com elevada margem de sucesso, quando necessário. Nesse sentido – para o ataque as unidades navais de superfície, ou navios mercantes de valor – dispõe de torpedos e, em alguns casos, de mísseis submarino-superfície lançados pelos seus tubos de torpedos. Os Submarinos Soviéticos da classe "ALFA" e os classe "LOS ANGELES" americanos, são exemplos de Submarinos Nucleares de Ataque, em atividade.

Os Submarinos Convencionais são também Submarinos de ataque ("KILLER"), porém de menor porte e de propulsão não nuclear (diesel-elétrica), que têm na MANOBRABILIDADE a sua principal característica, habilitando-os a operar em águas rasas. Suas limitações de velocidade cerceiam a sua MOBILIDADE e, como veremos a seguir, a necessidade de recarregar as suas BATERIAS reduz a sua DISCRIÇÃO, de forma sensível, se comparado com os Submarinos de propulsão nuclear. Os Submarinos da nossa Marinha são exemplos de Submarinos Convencionais.

O sistema de propulsão dos Submarinos Convencionais é baseado em motores diesel que, mecanicamente acoplados a geradores elétricos, produzem energia para acionar motores elétricos que, por sua vez, acionam o eixo propulsor. Os motores diesel necessitam aspirar ar para a sua operação, bem como descarregar seus gases de descarga para a atmosfera. Quando transitando na superfície, o sistema opera como acima descrito, sem problemas. Contudo, em imersão, para acionar os seus motores diesel o Submarino necessita manter-se próximo à superfície – na cota periscópica – e expor um mastro de diâmetro considerável, correspondente ao conduto para a aspiração de ar de seus motores diesel (o mastro de descarga fica semi-submerso). Nessa situação (diz-se que o Submarino encontra-se em esnórquel) o Submarino perde sua DISCRIÇÃO, não só por expor mastros, mas também por produzir elevado nível de ruído – dos motores diesel em operação – e por deixar vestígios de fumaça na superfície. Assim, a fim de possibilitar a sua discríção, os Submarinos Convencionais dispõem de BATERIAS, de elevada capacidade, como fonte de energia em imersão. As BATERIAS fornecem energia para os motores elétri-

cos do eixo propulsor, e são carregadas, durante os períodos de esnórquel, pelos geradores (acoplados aos motores diesel). Quando em imersão, visando manter a sua DISCRIÇÃO, os Submarinos só esnorquearão durante o tempo estritamente necessário para recarregar as suas BATERIAS.

A relação entre as horas em esnórquel e o total de horas em trânsito em imersão, para uma determinada velocidade de avanço, é definida como TAXA DE INDISCRIÇÃO, e é função da capacidade das BATERIAS e da potência utilizável dos motores diesel (uma TAXA de 12,5% corresponde à relação 7x1). A TAXA DE INDISCRIÇÃO expressa a possibilidade do Submarino ser detectado por radar ou visualmente, em decorrência da necessidade de expor seus mastros para recarregar suas BATERIAS em esnórquel, sendo, portanto, um dado de importância capital – a par da credibilidade de seu armamento – para avaliar-se a potencialidade de um Submarino Convencional.

3 – EVOLUÇÃO

Nos reportando um pouco ao passado, verificamos que as concepções dominantes, após a 2ª Guerra, expressaram uma tendência a conferir ao Submarino grande flexibilidade de emprego.

Contudo, ao longo dos anos, algumas incompatibilidades acabaram por dividir os projetistas. As nações detentoras de tecnologia nuclear caminharam para Submarinos de propulsão nuclear cada vez maiores, na tentativa de conferir-lhes grande poder combatente e explorar ao máximo a MOBILIDADE e AUTONOMIA propiciadas pelo reator naval. As Marinhas que não podiam contar com o tal recurso, buscaram soluções em Submarinos Convencionais pequenos, com alto grau de automação e extremamente silenciosos. Dotando esses Submarinos de excelentes condições de MANOBRABILIDADE, boa capacidade de detecção e minorando, em parte, as deficiências de DISCRIÇÃO, velocidade e AUTONOMIA em imersão, conseguiram os projetistas atender aos reclamos da moderna guerra submarina.

Mais recentemente, presenciamos o desenvolvimento de novos projetos de sistemas de propulsão para Submarinos, não dependentes da atmosfera, mais conhecidos como "AIR INDEPENDENT PROPULSION SYSTEMS" (AIP SYSTEMS). Já existem, inclusive, ofertas comerciais desses sistemas, como é o caso do sistema sueco (STIRLING AIP SYSTEMS –



sistema modular contido em uma secção de casco, passível de ser acrescida ao casco de um Submarino Convencional) que, sem prescindir dos diesel-geradores, apresenta uma fonte alternativa de energia de baixa potência para a propulsão e auxiliares, só requerendo o suprimento de energia proveniente das BATERIAS para potências mais altas (maiores velocidades). Tal sistema propicia a economia das BATERIAS, reduzindo sensivelmente os períodos de esnórquel e, conseqüentemente, a TAXA DE INDÍSCRIÇÃO do Submarino. Contudo, a AUTONOMIA e, principalmente, a MOBILIDADE, não sofrem alterações significativas.

Hoje, existe um consenso de que os conflitos modernos tendem a ser limitados, caracterizando-se por uma fase inicial de grande intensidade e curta duração. Assim, os projetistas navais procuraram dotar os Submarinos Convencionais modernos, com recursos capazes de fazer frente às modificações tático-estratégicas decorrentes deste consenso.

A chamada "guerra rápida" tem implicação direta na forma com que se pretende empregar os Submarinos, forma esta, bem diversa da que assistimos ao longo da campanha submarina da 2ª Grande Guerra. Assim, é de se supor que os engajamentos entre Submarinos e Forças Navais de Superfície ocorram com maior freqüência, não só pelos melhoramentos introduzidos nos sensores de ambas as partes, como pelas suas repercussões imediatas nos efeitos desejados. Os alvos de elevada importância estratégica ou tática serão, naturalmente, os mais visados pelos Submarinos e, conseqüentemente, os mais defendidos. Nestas circunstâncias, o Submarino tem imperiosa necessidade de se antecipar aos movimentos do inimigo e a quase certeza de que suas possibilidades de sucesso, repousam na eficácia do primeiro golpe.

Para atender a estas imposições, sempre condicionadas pela exiguidade de espaço dos Submarinos Convencionais, os projetistas optaram por alterar a importância relativa, atribuída a alguns parâmetros nos projetos. Requisitos como DISCRICÃO, AUTONOMIA, classificação de contatos e precisão de tiro, passaram a ter prioridade sobre requisitos como raio de ação, velocidade de trânsito ou quantidade de armas transportadas, no passado melhor aquinhoados.

4 – EMPREGO

Sob o enfoque operativo, os Submarinos podem realizar uma série de operações de guerra naval, ou para elas contribuir por meio de ações específicas.

Em função de suas características, de sua capacidade para operar independentemente em águas sob controle inimigo, os Submarinos devem ser prioritariamente empregados em tarefas eminentemente ofensivas. O seu emprego pode abranger operações de ataque a unidade navais de superfície ou a navios mercantes de valor, operações anti-submarino e operações de esclarecimento (coleta de informações em águas sob controle do inimigo).

Os Submarinos Convencionais, tendo em vista a sua especial capacidade para operar em águas rasas, podem ainda realizar operações de lançamento de agentes, operações de minagem ofensiva na saída de portos, bases navais, ou estreitos, e levantamentos fotográficos de objetivos em terra (a partir de seus periscópios – PERIFOTO). Ao contrário dos Submarinos Nucleares, nos planejamentos para o emprego de Submarinos Convencionais, em face de sua limitada velocidade de trânsito, deverá ser previsto o seu pré-posicionamento – anterior a deflagração do conflito – em ZONAS DE PATRULHA (ZP) especialmente designadas, adequadas às tarefas que lhe serão atribuídas. Dependendo da área em que o Submarino for operar, esse pré-posicionamento poderá vir a ser necessário ocorrer, no controle de crises, ainda no período de crise de baixa intensidade. Suas ZP serão normalmente posicionadas próximas a portos ou bases navais inimigas, ou em pontos focais de inflexão do tráfego marítimo.

Um aspecto relevante a ser considerado no estudo dos Submarinos, é o seu poder de dissuasão. As características inerentes aos Submarinos – em especial a DISCRICÃO, MOBILIDADE e AUTONOMIA – conferem-lhe, nas análises por parte do inimigo, uma virtual capacidade de "onipresença" no Teatro de Operações Marítimo, a ser considerada, exigindo contra-medidas onerosas num contexto de esforço de guerra e, por vezes, inexequíveis. No caso de nossa Marinha, o Submarino revela-se como um dos meios adequados a dissuadir eventuais inimigos, a nível de potência.

5 – PERSPECTIVAS

Consciente das possibilidades da arma submarina, a Marinha do Brasil (MB) vem desenvolvendo um esforço tecnológico ímpar em sua história, visando poder dispor de um Submarino nuclear.



Em face dos custos elevados e longos prazos envolvidos na construção de Submarinos nucleares, é de se esperar a manutenção, mesmo no futuro, de uma frota de Submarinos convencionais modernos, em maior número.

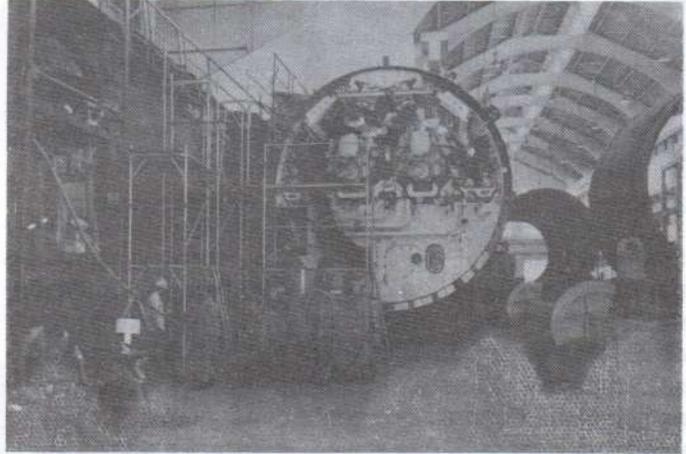
A nossa Força de Submarinos conta, hoje, com cinco Submarinos Convencionais. São eles o S.TUPI (classe IKL-1400, construído na Alemanha na década de 80), os S. HUMAITÁ, RIACHUELO e TONELEIRO (classe OBERON, construídos na Inglaterra na década de 70) e o S. BAHIA (classe GUPPY II, Submarino de procedência americana, já em fase final de atividade).

Encontram-se em construção no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ) mais três Submarinos da classe IKL-1400 (classe TUPI), sendo que o primeiro desses três, o S. TAMOIO, já se apresenta em fase de acabamento.

Existe, ainda, a possibilidade de construção de mais um Submarino classe TUPI no AMRJ, este já contando com algumas modernizações de seu projeto

inicial, o que corresponderia ao 5º classe TUPI da nossa Marinha.

Paralelamente, a MB vem envidando esforços significativos voltados para a construção do Submarino Nuclear Brasileiro, de projeto nacional. Nesse sentido, uma das etapas mais difíceis, a de enriquecimento de urânio para a sua propulsão, já foi vencida.



Construção de Submarinos no AMRJ



SISTEMAS DE LANÇAMENTO DE ARMAS DE SUBMARINOS

REVISTA MARITIME DEFENSE – Junho/92
TRADUÇÃO: CT PORTHOS AUGUSTO DE LIMA FILHO

Ao longo da História Mundial, por duas oportunidades os submarinos ameaçaram mudar o destino das duas grandes guerras e durante muitos anos formaram a base do poder de dissuasão do bloco ocidental. Ademais, é sobejamente conhecida a importância do submarino e suas armas para um país com largos trechos de costa ou interesses marítimos a proteger.

Os submarinos modernos dependem, para seu eficaz emprego, de seus sensores e sistemas de armas e de sua capacidade de empregá-los nos mais variados tipos de condições de operação. Este artigo enfoca as armas submarinas e seus sistemas de lançamento.

Em operações convencionais, as opções de seleção das armas vão desde torpedos tradicionais até minas e mísseis. A fim de maximizar o potencial dos submarinos, devem ser eles capazes de empregar quaisquer destes tipos de armas, bem como lançá-las em quaisquer profundidades, velocidades e rumos em que o submarino possa operar. A escolha de um adequado sistema de lançamento é crítica para a eficiência operacional destas armas, embora nem todos os sistemas hoje disponíveis levem este fato em consideração.

Existem hoje dois métodos principais de lançamento de armas, quais sejam: descarga positiva (DP) e por ação das próprias máquinas (SWIMOUT).

Como o termo em inglês já diz, o método SWIMOUT requer que a arma deixe o tubo por ação de suas próprias máquinas, sendo inteiramente passivo e com a vantagem de ser bastante simples. Entretanto, armas que não são autopropulsadas ou que tenham sido projetadas para lançamento por descarga positiva não poderão ser lançadas, o que representa uma grande desvantagem deste método. Por outro lado, os sistemas que empregam o método de descarga positiva pode lançar quaisquer tipos de armas, possuindo grande flexibilidade operativa. Atualmente, eles funcionam baseados no princípio de forçar a ejeção da arma, seja mecanicamente ou utilizando sistemas de água pressurizada que empregam pressão hidráulica ou pneumática como fonte de energia primária. Estes sistemas adicionais para pro-

ver a necessária pressão de descarga implicam, contudo em custos adicionais.

AS ARMAS

Uma larga variedade de armas projetadas para lançamento por submarinos está disponível hoje no mercado. Dentre elas, as mais modernas e capazes, tais como os mísseis US Sub Harpoon e Exocet SM29 e torpedos MK48 e Spearfish, requerem sistemas dotados do método de descarga positiva para lançamento.

Torpedos lançados pelo método SWIMOUT são atualmente fabricados pela Alemanha (DMT), Itália (Whitehead) e Suécia (FFV). Entretanto, os mais modernos submarinos construídos para a Marinha alemã empregam sistemas com descarga positiva, de modo que pode-se assumir que as futuras gerações de armas serão do tipo que requer descarga positiva. O fabricante italiano, Whitehead, também está realizando pesquisas com este tipo de armas. Os suecos da FFV são provavelmente os maiores defensores dos torpedos "SWIMOUT", mas até mesmo eles já estão investigando as possibilidades de fabricar um outro tipo de torpedo empregando o sistema DP.

De modo a maximizar seu emprego tático, explorando totalmente a capacidade de suas armas, os submarinos devem lançá-las de forma ótima, dentro de parâmetros específicos. Os mísseis, por exemplo, devem conservar a energia adquirida na fase de lançamento de modo a melhorar seu perfil de vôo, bem como atingir a correta velocidade na saída do tubo. Uma incapacidade para atingir esta velocidade pode acarretar falhas tais como o míssil ou torpedo voltar contra o submarino ou ser incapaz de adquirir e atingir o alvo. Por outro lado, velocidades excessivas podem causar sérias avarias à arma, além de certamente provocar um aumento de ruído desnecessário. As minas, por sua vez, caso não sejam auto-propulsadas, só poderão ser utilizadas com sistemas Swimout se forem dotadas de seu próprio sistema de lançamento. Por outro lado, os sistemas com descarga positiva têm capacidade para lançar minas com precisão.

Normalmente os torpedos são projetados especificamente para serem utilizados por um ou outro

método. No entanto, torpedos SWIMOUT podem ser utilizados em sistemas que empregam descarga positiva, porém a recíproca não é verdadeira.

O método predominantemente empregado por nações da NATO é o de descarga positiva. Nos países do bloco Oriental, este também é o método preferido.

No momento, os maiores utilizadores e exportadores de torpedos SWIMOUT são a Alemanha, Suécia, e Itália. A utilização de sistemas de lançamento com método Swimout exclui a possibilidade da utilização de inúmeras armas fabricadas por outras nações, limitando o número de fornecedores, o que causa não apenas uma desvantagem de ordem econômica, pela capacidade de manipulação de preços, mas também uma grande limitação de ordem estratégica, devido à possibilidade do corte de fornecimento, seja por razões políticas ou pela incapacidade de atender à demanda em uma situação de guerra. Em especial, este tipo de sistema não dispõe de capacidade de lançamento de míssil, talvez a mais importante arma dos submarinos modernos.

SISTEMAS DE LANÇAMENTO

Até o final da II Guerra Mundial, o método normal de lançamento de torpedos consistia em admitir ar a alta pressão na parte de ré do tubo (seção cular). Este método era satisfatório em uma época em que os torpedos raramente eram lançados a profundidades abaixo da cota periscópica, e o ruído produzido não podia ser considerado como fator relevante. Hoje em dia, os cenários táticos envolvendo grandes profundidades de lançamento tornam o emprego de ar a alta pressão diretamente dentro do tubo impraticável.

Os dois métodos de descarga atualmente usados, swimout e descarga positiva, embora diferentes em concepção, requerem procedimentos similares de preparação dos tubos. O tubo é inicialmente alagado por meio de tanques internos, sendo posteriormente equalizada sua pressão interna com a do mar.

MÉTODO SWIMOUT

Para o lançamento SWIMOUT, o diâmetro interno do tubo deve ser significativamente maior que o diâmetro do torpedo, de modo a possibilitar o fluxo de água para ré preenchendo o vazio causado pela saída da arma, além de permitir o acionamento dos hélices. Para que o lançamento seja feito com sucesso, a velocidade do submarino deve ser reduzida, bem como as mudanças de rumo devem ser evitadas, a fim de prevenir avarias no torpedo. Este método pode ser recomendável para pequenos submarinos, onde

considerações como simplicidade, baixo peso e pequeno custo sejam preponderantes em relação às severas restrições operacionais e limitações de escolha de armas. Deve ser lembrado que a energia gasta para possibilitar que a arma saia por ação de suas próprias máquinas inevitavelmente reduz sua capacidade pós lançamento.

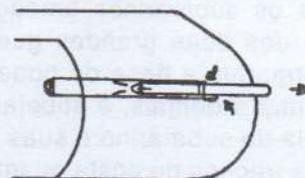


FIG - 1

TORPEDO SAI POR AÇÃO DE SUAS PRÓPRIAS MÁQUINAS

LANÇAMENTO POR DESCARGA POSITIVA

O gasto de uma parcela significativa da energia da arma durante o lançamento swimout levou diversos países a adotar o método de descarga positiva para os seus submarinos. Os diversos tipos de sistemas DP atualmente em uso ou em desenvolvimento são: haste telescópica de ação direta, êmbolo hidropneumático e bombas rotativas. Os sistemas de descarga pneumática, largamente usados após a II Grande Guerra, foram sendo gradativamente substituídos, embora algumas marinhas ainda os utilizem nos seus submarinos mais antigos.

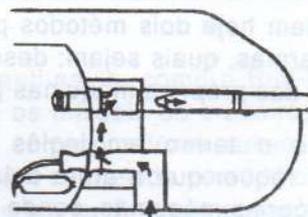


FIG - 2

DESCARGA POSITIVA .

ARMA RECEBE IMPULSO PARA A SUA EJEÇÃO

HASTE TELESCÓPICA DE AÇÃO DIRETA

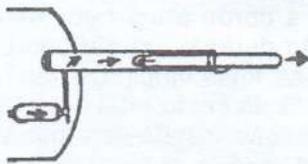
A haste telescópica quando atuada hidráulica ou por ar de alta pressão, age diretamente na cauda do torpedo, transmitindo a este considerável pressão localizada de modo a acelerá-lo até a de-

sejada velocidade de ejeção. Apenas algumas poucas armas são especialmente projetadas para receber este reforço, o que limita bastante a escolha de armas adicionais. Este sistema também apresenta limitações no que diz respeito à velocidade e atitude do submarino.

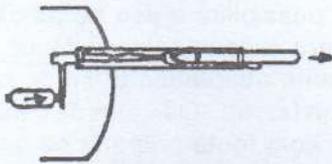
ÊMBOLO HIDRO-PNEUMÁTICO

Este sistema é típico de instalações de submarinos nucleares, onde o grande espaço ocupado pelos seus componentes não compromete o restante da instalação. É de fácil operação, confiável, robusto e

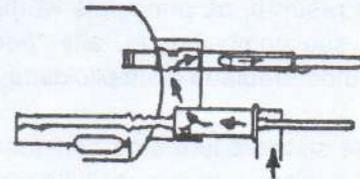
atualmente o sistema mundialmente mais usado, devido ao grande número de submarinos nucleares americanos dotados deste tipo de equipamento. Operacionalmente, são capazes de disparar diferentes tipos de armas, a qualquer profundidade e atitude do submarino. O ar necessário para o lançamento é suprido pelo sistema principal de bordo via uma ampola de ar e válvulas de controle. O ar atua sobre um pistão que força a água através um tanque de impulsão a entrar no tubo de torpedos, disparando a arma. A despeito de suas virtudes, este tipo de sistema só é desejável para grandes submarinos, devido ao espaço requerido para sua instalação.



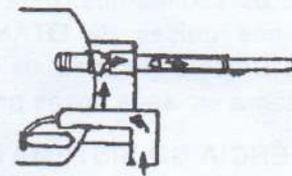
a) LANÇAMENTO PNEUMÁTICO



b) HASTE DE AÇÃO DIRETA



c) EMOLO HIDRO-PNEUMÁTICO



d) SISTEMA ATP

FIG - 3

BOMBA ROTATIVA IMPULSIONADA POR TURBINA A AR (ATP)

Este tipo de sistema, conhecido mundialmente como "Air Turbine Pumps" (ATP), congrega todos os atributos do sistema de êmbolo hidro-pneumático, com as vantagens adicionais de ser menor em tamanho, de peso reduzido e melhorada assinatura acústica.

O sistema ATP utiliza o ar de alta pressão para movimentar uma bomba que aspira e transmite pressão à água contida em um sistema equilibrado com a pressão externa e que a descarrega no interior do tubo de torpedos, provocando a ejeção da arma. Em resumo, estando a arma carregada, o tubo alagado e equilibrado e com a comporta aberta o sistema está

pronto para o disparo. Ao receber o sinal de fogo, uma válvula computadorizada de controle programável, a qual já teria recebido todas as introduções necessárias para sua abertura, permite a passagem de uma quantidade determinada de ar, calculada de acordo com o tipo de arma, profundidade e lançamento, etc, para a turbina, que bombeará uma carga d'água controlada para o interior do tubo. Isto causará a ejeção da arma na velocidade ideal. O sistema estará quase que imediatamente pronto para novo disparo.

A capacidade de controlar a quantidade de ar fornecida à bomba permite alterar as características dos sistema de lançamento do submarino através de simples alterações de "software". Além disso, permite



alterar a assinatura acústica característica da faina de lançamento, a fim de dificultar a contra-deteção.

Sendo compacto, este sistema pode ser instalado em submarinos menores. Além de ser menor que o sistema que emprega êmbolos, apresenta ainda a vantagem de minimizar os efeitos a bordo causados pelo aumento de pressão devido ao esfogo das ampolas de ar, o que também reduz o ruído irradiado. Em geral, são instaladas duas bombas porém já foi comprovado que o sistema opera satisfatoriamente com apenas uma bomba em pequenos submarinos, bem como em submarinos que foram dotados deste sistema por ocasião de períodos de modernização.

Em resumo, as principais vantagens do sistema ATP são sua compacidade, alta "performance", baixo nível de ruído irradiado e simplicidade de manutenção.

Este sistema tem sido considerado como a melhor opção, visto que a possibilidade de reprogramação permite acompanhar o desenvolvimento de novas armas e o surgimento de novas ameaças e cenários táticos para os submarinos. Esta tendência pode ser observada nos países da OTAN, em particular os EUA, Reino Unido e Holanda, os quais têm empregado este sistema em seus novos projetos.

A INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE DIREÇÃO DE TIRO NO SISTEMA DE LANÇAMENTO

Os modernos sistemas de direção de tiro de submarinos provêm o Comando de todas as facilidades necessárias para planejar o ataque e preparar, lançar e guiar armas contra alvos submarinos ou de superfície.

O papel do sistema de direção de tiro tem evoluído muito ao longo dos anos. Felizmente, o tamanho dos computadores tem diminuído na mesma razão, tornando possível produzir sistemas de comando integrados que ocupam pouco espaço. Como muitas das operações são controladas por "software", torna-se mais fácil alterar estes programas de acordo com as variações das necessidades operacionais.

Alguns dos sistemas mais modernos têm capacidade para detectar até 1000 alvos, gerar 200 acompanhamentos e obter solução para mais de 25 alvos. O número de engajamentos é limitado, porém, pela capacidade do sistema de lançamento. Daí a necessidade de projetar sistemas que permitam o menor intervalo de tempo entre disparos. Nesse aspecto, o sistema ATP provê uma grande vantagem em relação aos outros tipos de sistemas de lançamento por des-

carga positiva como, por exemplo, a haste telescópica de atuação direta, que requer um tempo bastante longo para reposicionar a haste após cada lançamento; o sistema ATP está constantemente pronto para tiros em salva.

INSTALAÇÃO A BORBO

Embora os sistemas de lançamento SWIMOUT sejam de instalação mais simples, a tendência mundial de utilização de uma variedade cada vez maior de armas, aliada ao futuro desenvolvimento das armas hoje existentes, nos leva a crer que o sistema ATP venha fatalmente a ser utilizado em algum momento durante a vida do submarino. O sistema é leve e compacto e possíveis óbices de instalação podem ser superados ainda na fase de construção. Entretanto, como o espaço a bordo é um fator sempre importante, sua instalação durante um período de modernização pode tornar-se mais difícil. Devido a seu baixo custo, talvez 1 ou 2% do custo total do submarino, seria uma sábia precaução instalá-lo a bordo durante a construção, mesmo que o submarino esteja sendo projetado para o emprego de torpedos SWIMOUT.

A inclusão de um sistema de descarga positiva em um navio não possibilita o uso de tubos ou torpedos projetados para lançamento swimout. Os tubos podem ser facilmente adaptados a fim de prover descarga positiva satisfatória. Os torpedos swimout podem ser lançados com fonte primária de energia para início do movimento sendo provida pela descarga positiva, economizando assim energia própria do torpedo e, em consequência, aumentando seu alcance.

CUSTOS

Os custos de um submarino estão divididos em custos de construção, custos de manutenção durante os ciclos operativos e aqueles decorrentes dos diversos períodos de manutenção e modernização.

Considerando as opções disponíveis, inicialmente a instalação de um sistema de lançamento SWIMOUT é, evidentemente, mais barata, mas apenas por uma margem de 1 a 2% do custo total do navio. Este custo adicional pode ser considerado desprezível se for levada em conta a possibilidade de uma escolha muito mais ampla de armamento, o que faz aumentar a concorrência entre os fabricantes de armas, reduzindo, por conseguinte, seu preço. Os custos de manutenção de um sistema SWIMOUT também são pequenos, porém a utilização de um sistema ATP reduz significativamente os custos para manter operando um sistema de descarga positiva, sendo que o gasto maior é provocado pela remoção e reparo da turbina a intervalos regulares.

Se um sistema de descarga positiva não é instalado durante a construção, é bem provável que, devido ao desenvolvimento dos sistemas de armas durante os 25-30 anos de vida útil do submarino, sua instalação venha a se impor durante um dos períodos de modernização, o que pode representar uma transformação bastante cara. De fato, uma conversão de um sistema swimout para um de descarga positiva pode tornar-se tão custoso que, a menos que se tente adquirir novos tipos de armas, é melhor abandonar o projeto.

Em resumo, um pequeno gasto adicional durante a construção pode evitar gastos muito superiores no decorrer da vida do submarino.

CONSIDERAÇÕES ESTRATÉGICAS E DIPLOMÁTICAS

Além de seu papel operativo, a aquisição de um meio tão valioso quanto um submarino tem implicações estratégicas e diplomáticas.

Estrategicamente, o país adquire a capacidade de garantir a liberdade de seu comércio exterior, utilizando seus submarinos para manter suas vias de acesso marítimas e seu mar territorial livre de ameaças externas. Entretanto, se, por consequência de sua escolha de armamento, este país ficar condicionado a uma restrita, talvez única, fonte de fornecimento, sua soberania estará ameaçada. Isto pode ocorrer se os fornecedores de armas se recusarem a repor os estoques desse país, por julgar que não convém a seus interesses, ou até mesmo por influência de pressões de um terceiro país.

Através da escolha de um sistema de lançamento que possibilite uma variedade de opções de escolha de armamento, e isto significa um sistema de descarga positiva, o fornecimento de armas alternativas estaria garantido mesmo em tempo de guerra. Ademais, novos tipos de armas que forem desenvolvidas podem ser incorporadas imediatamente a seu arsenal. Dessa forma, a liberdade de ação e de escolha de armamento estaria garantida em quaisquer circunstâncias.

Do ponto de vista da diplomacia, o fato de possuir uma boa frota de submarinos em condições de operação determina a entrada do país em um seleto clube de nações. Os benefícios de pertencer a este clube são grandemente aumentados se a integração dos sistemas de armas com aqueles dos outros países for fato concreto. Aspectos de ordem logística, tais como fornecimento de sobressalentes e treinamento de pessoal, podem ser partilhados com as nações aliadas, assim como podem ser trocadas informações operacionais sobre estes sistemas. Pes-

quisas conjuntas podem aproximar estas nações, bem como reduzir de forma significativa custos de pesquisa.

Finalmente, estas nações podem demonstrar seus objetivos comuns através da realização de exercícios conjuntos, onde a comunalidade dos sistemas de armas torna-se uma grande vantagem.

CONCLUSÃO

Quando uma nação, após haver considerado todos os objetivos diplomáticos e estratégicos, decide obter e manter uma frota de submarinos, a missão operacional desta frota torna-se uma consideração importante.

Está claro que para um submarino cumprir integralmente sua missão em um ambiente tão heterogêneo é desejável dispor da maior gama de opções de escolha de armamento. Como o progresso no campo de pesquisa de armamento é ininterrupto, a falta dessas opções representará uma limitação da capacidade operativa desse submarino; e somente sistemas de descarga positiva permitem assegurar esta capacidade.

O tamanho do submarino influencia a escolha do tipo de sistema de lançamento a ser instalado. Para submarinos menores, com cerca de 1000 ton, um sistema SWIMOUT pode ser a única opção aceitável devido a limitações de espaço interno. Acima dessa tonelagem, as vantagens operativas de um sistema de descarga positiva sobrepujam a simplicidade do sistema swimout e seu baixo custo inicial, visto que esse pequeno adicional pode ser compensado pela maior flexibilidade operativa.

A escolha entre diferentes tipos de sistemas de descarga positiva pode ser influenciada pelo tamanho da plataforma. Nos navios onde considerações de espaço não sejam tão importantes, um sistema de êmbolo hidro-pneumático pode ser instalado. Entretanto o sistema ATP, com sua capacidade de realizar salvas com reduzido intervalo de fogo e sua flexibilidade de reprogramação para diferentes tipos de arma, certamente superará qualquer outro sistema por ser mais complexo e flexível. Assim como o canhão de retrocarga substituiu o canhão de antecarga, o sistema ATP vem substituindo com sucesso o sistema dotado de haste mecânica.

Atualmente o sistema ATP é o que de mais moderno existe em termos de sistema de lançamento de armas submarinas e seu emprego vem norteando de forma marcante os mais recentes projetos de submarinos.



SISTEMAS DE DEFESA ANTITORPEDO PARA SUBMARINOS

por JOÃO PAULO MOREIRA BRANDÃO
Capitão-de-Mar-e-Guerra (RRm)

I-INTRODUÇÃO

Antes mesmo de ter tido a ventura de comandar um dos nossos submarinos, preocupava-me com o aumento de sua vulnerabilidade, diante da evolução dos torpedos "inteligentes".

O senso de profissionalismo, que sempre norteou meus passos na Carreira Naval, fez com que externasse aquelas preocupações, sob a forma de um artigo intitulado "Um Novo Sistema de Alarme e Evasiva Antitorpédica para Submarinos", publicado em 1978 em "O Periscópio".

Dizia eu, então, que "os progressos conseguidos na última década com relação aos torpedos, se por um lado vieram aumentar o poder combatente dos submarinos, por outro trouxeram novas preocupações para os submarinistas, posto que os meios anti-submarino receberam também considerável incremento", deles advindo.

Mais adiante, afirmava que não estávamos "longe de ouvir falar de um sistema integrado de alarme e despistamento, aplicável aos torpedos anti-submarino", cuja eficácia implicaria em:

- "detectar e classificar automaticamente o torpedo, com alto grau de confiabilidade;
- atraí-lo para longe do submarino; e
- induzir a detonação da espoleta de influência, causando sua destruição."

Treze anos depois, a revista "Internacional Defence Review", em seus números 4 e 11/91, vem de publicar dois artigos do especialista David Foxwell, que são por mim condensados no tópico que se segue.

II - PROGRAMA DE PROTEÇÃO PARA SUBMARINOS:

A Marinha Americana está engajada em um vasto programa de aperfeiçoamento das defesas anti-torpedo para os submarinos das classe "Ohio" e "Los Angeles".

O programa, conhecido como "Submarine Defensive Warfare (SDW)", envolve melhoramentos na defesa dos submarinos em três áreas, a saber:

- o sonar de interceptação, que detecta e classifica automaticamente o torpedo atacante;
- um novo equipamento, inédito em sua função, uma espécie de Sistema de Comando e Controle de Contramedidas ("CMC2), capaz de assessorar os comandantes no que concerne à adoção de ações evasivas; e
- contramedidas ou despistadores avançados, lançáveis pelo submarino, para bloquear, atrair ou destruir o torpedo. O SDW tem como objetivo prover uma cortina protetora para as classes existentes e deverá equipar, também, os novos submarinos de ataque "Sea-wolf" e "Centurion".

O NOVO SONAR DE INTERCEPTAÇÃO

O principal sensor para detecção de torpedos nos submarinos é o sonar de interceptação, cujo desenvolvimento teve início no final da década de Sessenta.

Os interceptadores acústicos contam, basicamente, com um hidrofone instalado na vela do submarino, associado a um receptor-processador de sinal, que pode analisar uma emissão sonar, determinando: frequência, marcação, ganho e largura de impulso; de formando a identificar sua origem, o mais cedo possível.

Um sonar de interceptação típico utiliza técnicas de correlação e algoritmos, transformando um sinal acústico em indicações gráficas (nas telas) ou numéricas (nos mostradores digitais), que possibilitam a identificação e o alarme contra ameaças em potencial. O programa processador pode executar tais funções com baixíssima probabilidade de falsos alarmes, desde que alimentado com informações precisas.

Os aperfeiçoamentos pretendidos pelo SDW destinam-se a aumentar a distância de aquisição,

ampliar a faixa de frequências cobertas, analisar emissões com mínima largura de impulso, incrementar a precisão em marcação, em suma, conceder ao submarino maior tempo de reação e reduzir a possibilidade de alarmes falsos.

Ao final do século, ao que tudo indica, os submarinos americanos estarão equipados com um novo sonar de interceptação – o “NSIS” –, cujo contrato está sendo firmado no momento.

O SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE DE CONTRAMEDIDAS – “CMC2”

A Magnavox anunciou em março de 1991 que estava trabalhando para a Marinha Americana em um sistema CMC2 de nova geração, a ser associado a um conjunto de dispositivos “inteligentes” de contramedida antitorpedo.

Segundo a Magnavox, o projeto incorporará uma “inteligência artificial” capaz de trabalhar em perfeita “simbiose” com o NSIS, no sentido de fornecer ao Comandante do submarino um quadro tático completo, incluindo avaliações da situação e da ameaça e aconselhando-o quanto a evasivas.

Especula-se que o CMC2 será uma verdadeira unidade controladora do uso de contramedidas, na medida em que incorporará recursos para inventariar os dispositivos disponíveis, processará soluções táticas com base no acompanhamento das ameaças e gerenciará a seqüência de disparos nos lançadores.

AS CONTRAMEDIDAS AVANÇADAS

O terceiro elemento chave do SDW é uma nova geração de contramedidas acústicas para uso dos submarinos, disparadas por lançadores externos ao casco resistente, como já o são as versões do CSA Mk. 2, instaladas nas classes “Los Angeles” e “Ohio”.

Os ejetores usarão geradores de gás, cargas de lançamento ou campos eletromagnéticos, compatíveis com a intensidade das forças hidrodinâmicas decorrentes das grandes profundidades e das altas velocidades do submarino moderno.

A Marinha Americana dispõe hoje de ampla variedade de contramedidas antitorpedo e anti-sonar, classificadas como despistadores ou bloqueadores. Estes dispositivos utilizam transdutores de cerâmica e uma bateria ativada pela água do mar, que alimenta os circuitos geradores do espectro acústico simulado (despistadores) ou sinal de eco sonar falso (bloquea-

dores), ao mesmo tempo que aciona um pequeno motor elétrico, controlado por pressostato, e responsável pela manutenção da cota do dispositivo.

A contramedida mais significativa, ainda em fase de desenvolvimento, é um dispositivo avançado, o “Mobile Multifunction Device (MMD)”, projetado para confundir, tanto sonares, quanto torpedos inimigos. Um dispositivo autopropulsionado como o MMD pode ser programado para simular os movimentos de um submarino com grande fidelidade, enquanto o submarino real executa manobras evasivas. Em relação aos dispositivos estáticos, apresenta a vantagem de possibilitar um afastamento mais rápido do submarino lançador. É provável que o MMD possa estar sendo testado em 1995.

Todos esses dispositivos, no entanto, são do tipo “soft-kill”, uma vez que não se destinam à destruição do atacante.

Com o pensamento voltado para o futuro próximo, a Agência de Pesquisa para Projetos Avançados de Defesa (“DARPA”) está pesquisando uma medida antitorpédica, lançável por submarinos, que possibilite não só despistá-los, como também, destruí-los (“hard-kill”). Tais pesquisas envolvem uma espécie de canhão-iônico, derivado do sistema de propulsão com bobinas de campo eletromagnético, e um torpedo antitorpedo, utilizando propelentes químicos.

III – CONCLUSÃO

Acreditando ter despertado a curiosidade de uns tantos leitores para o assunto, antecipo-me na resposta a duas questões passíveis de formulação:

1ª) Por que teriam os americanos demorado tanto tempo para dedicar maior atenção à ameaça torpédica anti-submarino?

2ª) Estaria eu frustrado, por não terem minhas preocupações encontrado eco na MB?

Quanto à primeira pergunta, faço questão de descartar, de pronto, qualquer pretensão de se me atribuírem qualidades premonitórias!

Só me foi possível delinear os contornos de uma solução, que ora se configura adequada e exequível, a custo de particular interesse por tudo que diz respeito à especialidade abraçada, acompanhando no que me foi permitido, seu Estado de Arte.

A explicação para o “gap” entre o artigo de 78 e este não é de natureza tecnológica e, muito menos,



financeira. Na minha opinião, deve-se, principalmente, ao fato de que a superioridade dos submarinos americanos em relação a seus eventuais oponentes era de tal ordem, que os induziu a voltar atenções para outros aspectos da Segurança. Os progressos soviéticos no campo das ações submarinas, evidenciados a partir de 1985, com toda certeza, contribuíram para que alterassem algumas de suas prioridades, entre as quais, aquelas concernentes à proteção antitorpédica dos submarinos.

No que diz respeito à segunda pergunta, a resposta é negativa.

Ao contrário de me sentir frustrado, vejo-me recompensado com a oportunidade de enfatizar a importância que sempre dediquei ao trato dos assuntos profissionais e estimulado a continuar combatendo, tanto o ufanismo irresponsável despistador da realidade, quanto o patrulhamento intelectual bloqueador da criatividade.

Nosso submarino nuclear há de contar, repito, com um Sistema de Alarme e Evasiva Torpédica Nacional, concebido no GDT, projetado no IPQM e avaliado pelo CASNAV!!

SIMULADOR DE PERISCÓPIO

Contribuição da SFB SISTEMAS

I - INTRODUÇÃO

As marinhas de todo o mundo estão frequentemente tentando levantar recursos para navios e sistemas, manutenção e treinamento de operadores. Com o avanço tecnológico, fica cada vez mais claro que para proporcionar treinamento adequado às tripulações dos navios, os simuladores são as soluções mais econômicas. Programas de treinamento equilibrados, utilizando o estado da arte em tecnologias, podem proporcionar o início da qualificação de estudantes e o desenvolvimento progressivo de operadores até torná-los membros competentes de uma equipe, sem os enormes custos inerentes às saídas para o mar. Simuladores "custeiam a si próprios" a curto prazo e isto é o que os torna atraentes. Este é também o fator que estimula a SFB Sistemas a atuar no campo da alta tecnologia dos simuladores de sistemas.

A modelagem de uma simulação envolve a criação e a troca de informações sobre os estados e as atividades de todos os elementos pertencentes a um cenário específico, como também sobre outros elementos contingenciais, em tempo real ou em tempo adaptado para fins de treinamento.

O objetivo é a criação de condições tão próximas quanto possíveis de situações que realmente ocorrem na vida real. Isto significa, para sistemas militares, as mais realísticas reproduções possíveis das situações de combate.

Seguindo esta filosofia, os projetos de simulação da SFB Sistemas, são geralmente desenvolvidos sob requisitos especiais:

- A modelagem dos jogos deve ser orientada para que lições objetivas sejam atingidas através da interação do sistema com as ações e decisões do treinamento;
- Situações devem ser modeladas, o tanto quanto possível, com o grau de precisão e abrangência encontrados nas situações reais;
- Os dados das situações devem chegar aos vários monitores de vídeo, dos treinandos e do instrutor, em um tempo precisamente correspondente à temporização do jogo, em quantidade suficiente e em alto grau de validação para assegurar um alto desempenho em tempo real; e
- A modelagem deve ser capaz de re-introduzir, reproduzir ou descartar dados de si-

tuações com muita flexibilidade, já que isto é necessário para o propósito de treinamento.

Obviamente isto requer uma modelagem complexa, uma alta automação e uma programação em computador muito cuidadosa.

O objetivo deste artigo é apresentar um simulador altamente eficiente, projetado sob esses modernos conceitos pela SFB Sistemas: O Simulador de Periscópio.

II – PERFIL DA EMPRESA

A SFB Sistemas é uma empresa brasileira com muita experiência em sistemas digitais de tempo real para aplicações militares e civis, tendo a Marinha Brasileira como seu principal cliente. Entre os vários produtos e serviços pertencentes ao campo de atividades da SFB, os seguintes podem ser mencionados:

- Sistemas de Informações e Ações Assistidos por Computador (sistemas táticos de controle);
- Sistemas de Controle de Armas;
- Simuladores e Treinadores;
- Sistemas de C3I;
- Sistemas de Controle e Supervisão de Processos industriais;
- Integração de Sistemas;
- Comissionamento de sistemas, instalação, testes, avaliação operacional; e
- Planos de Apoio Logístico Integrado.

Para estes propósitos a SFB possui uma equipe altamente qualificada, capaz de desenvolver, testar e integrar "hardware" e "software" (básico ou aplicativo), sob requisitos e padrões militares.

Sob contratos com a Marinha do Brasil pelos últimos dez anos, trabalhando em cooperação com a Ferranti Internacional (Inglaterra) ou independentemente, SFB já forneceu (ou está em processo de fornecimento de) vários sistemas digitais especializados de tempo real, como apresentado na lista abaixo:

- Sistemas de Jogos de Guerra (para a Escola de Guerra Naval da MB);
- Sistema de Treinamento de COC de Fragatas classe "Niterói";
- Treinador de Fundamentos Sonar;

- Sistema de Controle Tático para Corvetas classe "Inhaúma";
- Sistema de Controle de Armas para Corvetas classe "Inhaúma";
- Sistema de controle de Armas para Submarinos classe "Tupi";
- Simulador de Sonar EDO;
- Simulador de Periscópio; e
- Sistema de controle Tático para o Navio Aérodromo "Minas Gerais".

Além disso a SFB é fornecedora para a Marinha de outros sistemas e serviços, como manutenção de sistemas de navios, de simuladores de centros de treinamento, especificação e projeto de arquitetura de um sistema passivo de Guerra Eletrônica, fornecimento de um sistema de análise de campo de Guerra Eletrônica, organização de Planos de Apoio Logístico Integrado para navios e sistemas, etc.

No campo das aplicações civis, a SFB já forneceu (ou está fornecendo) Sistemas de Controle e Proteção Industrial (baseados em "hardware" e "software" inteiramente projetados e manufaturados pela própria SFB) para companhias Estatais Brasileiras e está atualmente em processo de fornecimento de mais de cem estações remotas de tele-supervisão e controle para a Embratel.

III – SIMULADOR DE PERISCÓPIO

III.1 – Apresentação

O Simulador de Periscópio pode fazer parte de um Treinador de Ataque Submarino, como mostrado na figura 1.

Concebido sob os requisitos e configurado para os propósitos da Marinha Brasileira, este Treinador de Ataque poderia ser projetado e estruturado para requisitos e propósitos de uma outra Marinha. A arquitetura lógica mostrada na figura 1 também não significa nenhuma topologia específica de integração, pois é possível integrar os subsistemas componentes utilizando interfaces seriais, redes locais ou quaisquer outros tipos de interfaceamento mais adequados às necessidades do cliente. Em outras palavras, a modularidade e a flexibilidade de projeto de todas as interfaces permitem uma integração flexível para acomodar requisitos de arquiteturas específicas.

É relevante se notar que o Simulador de Periscópio, de forma que foi projetado, pode operar integrado ao Treinador de Ataque ou autonomamente, como um treinador independente.

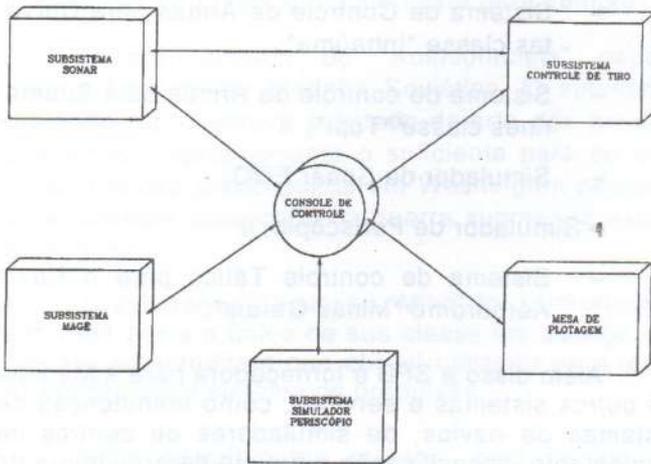


Figura 1

III.2 CONCEPÇÃO DO SISTEMA

O Simulador de Periscópio (SP) é um simulador de tempo real, projetado para permitir treinamento em aspectos como identificação de alvos, determinação de ângulo de proa, determinação de distância, alarme radar, obtenção de dados para controle de tiro e transmissão para outros subsistemas, procedimentos táticos, perifotos e todas as outras funções básicas, normalmente desempenhadas pelo operador de periscópio a bordo de um submarino, com um alto nível de realismo e desempenho. Presentemente implementado para ser uma réplica do periscópio de ataque AK-76 da Kollmorgen, pode ser adaptado para representar qualquer modelo de periscópio selecionado pelo cliente, reproduzindo com alta fidelidade sua aparência externa e controles.

O sistema de SP consiste de um simulador operacional no qual as imagens usualmente observadas e todas as informações e sinais de controle associados a um periscópio moderno típico são realisticamente apresentados em tempo real aos operadores. Ele pode ser controlado, para fins de exercício, por um instrutor no console (para treinamento autônomo) ou com console sendo controlado remotamente (quando operando integrado a um treinador de ataque completo). A apresentação da imagem, visível através da ocular do periscópio e mostrada aos instrutores em um monitor colorido de alta resolução, é graficamente criada por computador, suportada por um banco de dados de imagens que armazena modelos de alvos, modelos de linha de costa e modelos de ambiente, na forma necessária para construir o cenário tático.

Um sistema ótico, dentro da réplica do periscópio, permite ao usuário utilizar todos os controles óticos típicos para observação do cenário, no qual alvos, aspectos geográficos e características ambientais, são representados em três dimensões e se comportam realisticamente em formatos, movimentos e continuidade. O cenário inclui também alvos aéreos de vários tipos, linhas de costa e acidentes geográficos, superfície do mar e seus vários estados, nevoeiro, nuvens, chuva, neve, astros e estrelas e variações de luminosidade de acordo com a hora do dia.

O comportamento dos alvos gerados é tal que seus movimentos são dinamicamente realísticos, levando em consideração variações de velocidade e rumo de acordo com as taxas de variação do alvo verdadeiro sendo representado. Esses alvos têm três graus de liberdade para seus movimentos, quando de superfície, e quatro graus de liberdade quando aéreos.

O controle da simulação é exercido em um console de controle no qual um computador executa todas as funções de controle. Neste console, o instrutor dispõe de um terminal gráfico (apresentando o mesmo cenário observado na réplica do periscópio; um terminal de controle; uma mesa digitalizadora; uma impressora; e uma plotter. Deste console de controle o instrutor pode selecionar e efetivamente controlar: exercícios integrados; exercícios independentes (autonomamente controlando o SP separado do treinador de ataque de Submarino); edição e análise de exercícios (incluindo "replays" para críticas); edição de modelos e um modo de manutenção.

III.3 - ASPECTOS TÉCNICOS

A figura 2 mostra um diagrama em blocos em alto nível do Simulador de Periscópio.

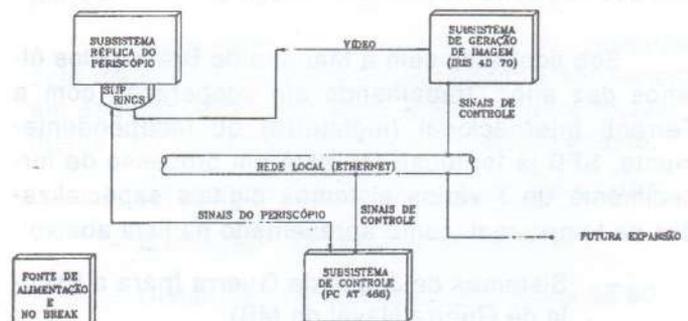


Figura 2

A figura 3 mostra os blocos principais com mais detalhes.

As funções dos três blocos principais são descritas abaixo:

Réplica do Periscópio

Este bloco consiste em uma réplica realística do modelo de periscópio a ser operado pelos treinandos, reproduzindo externamente seus controles e aparência real, incorporando o sistema ótico. Um conjunto de "slip rings" assegura as conexões de vídeo e de sinais típicos do periscópio para o resto do sistema, sem riscos de alterações nos sinais ou limitações de rotação (sem trançamento de cabos).

Subsistema de Geração de Imagem

Este subsistema é baseado em uma estação gráfica Iris 4D/70 da Silicon Graphics e é complementado por uma mesa digitalizadora e um monitor gráfico de vídeo de alta resolução. Toda a geração de imagens computadorizada é executada pela estação Iris 4D/70, sintetizada a partir dos modelos de alvos geográficos e de ambiente guardados no banco de

dados. É utilizado o sistema operacional UNIX e a linguagem de programação "C".

Subsistema de Controle

Este subsistema é baseado em um microcomputador PC-AT 486 comercial rodando o "software" aplicativo a 33MHz sob o sistema operacional de tempo real UNIX; é complementado com teclado, "mouse", "plotter", impressora e terminal colorido, no qual são exercidas todas as funções de controle do SP.

Em resumo, o subsistema de controle engloba as funções do computador de controle e as funções de controle do instrutor em um mesmo ambiente.

A linguagem de programação é "C", selecionada devido às suas características de linguagem de alto nível poderosa. A interface homem-máquina é moderna e amigável. Foi organizada utilizando "janelas" e "árvores" de comando, sob a mais moderna filosofia disponível para esta função crucial; os pacotes de "software" "X-Windows" e "Motif" foram usados para o desenvolvimento de todas as telas coloridas utilizadas pelo operador para interagir com o computador de controle.

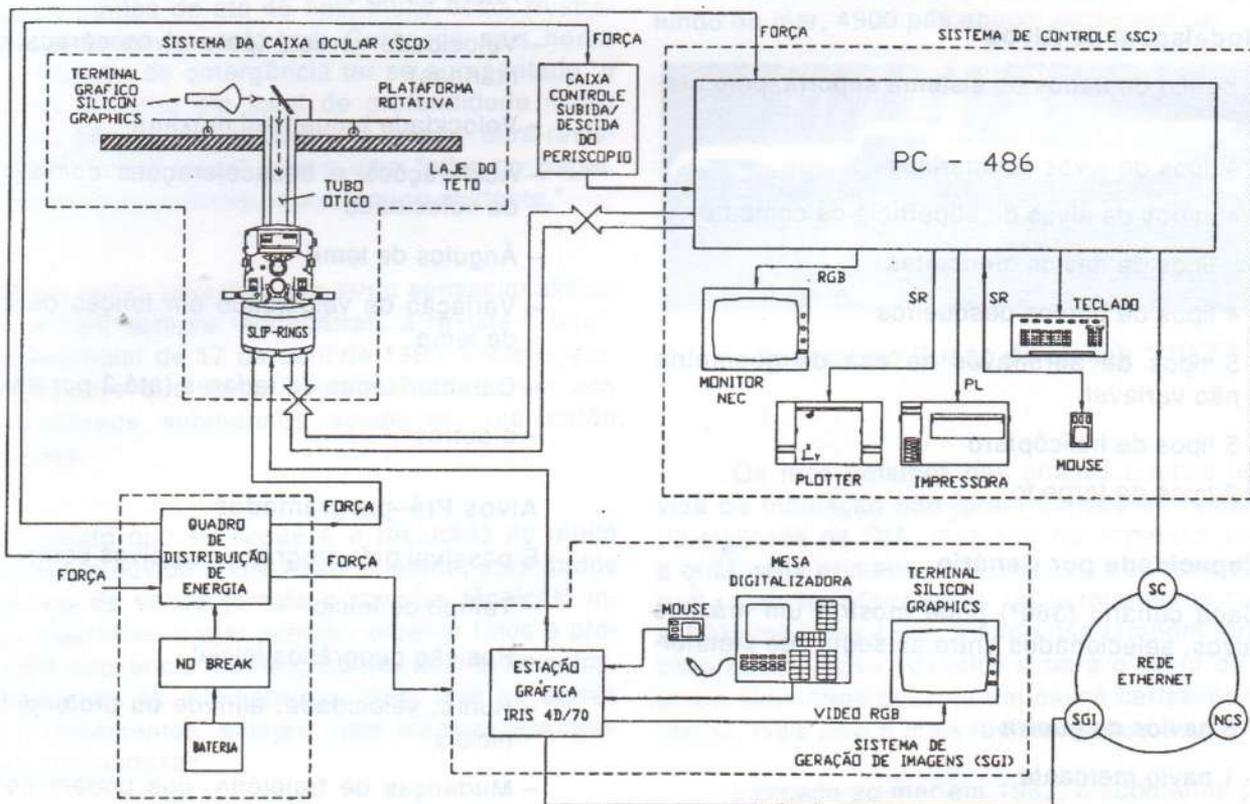


Figura 3

IV – SUMÁRIO DAS CAPACIDADES DO SISTEMA

Objetivos do Treinamento

- Identificação de Alvos
- Determinação de ângulo de proa
- Controle de Tiro
- Alarmes de Guerra Eletrônica
- Procedimentos Táticos
- Perifotos
- e outros

Modos de Operação

- Exercícios integrados (como parte de um Treinador de Ataque)
- Exercícios autônomos (como um sistema independente)
- Planejamento e edição de exercícios – Análise de exercícios
- Edição de modelos
- Modo de Manutenção

Modelagem de Alvos

O banco de dados do sistema suporta, pelo menos:

- 4 tipos de alvos submarinos
- 40 tipos de alvos de superfície de combate
- 5 tipos de navios mercantes
- 4 tipos de barcos pesqueiros
- 5 tipos de aeronaves de asa de geometria não variável
- 5 tipos de helicóptero
- 2 tipos de torpedo

Capacidade por Cenário

Cada cenário (360º) pode mostrar um máximo de 11 alvos, selecionados entre as seguintes plataformas:

- 6 navios de guerra
- 1 navio mercante
- 1 barco pesqueiro
- 1 aeronave

- 2 helicópteros

Programação de Exercício

O sistema permite ao instrutor definir os seguintes elementos de simulação:

- Cenário (linha de costa, ilhas, pontos notáveis)
- Estado do mar (incluindo o eventual efeito de "washover")
- Condições ambientais (chuva, nevoeiro, neve)
- Próprio submarino (cinemática e parâmetros)
- Alvos (e a cinemática e parâmetros dos alvos)
- Detecções de contra-medida eletrônicas
- Luminosidade do dia (incluindo suas variações de acordo com a hora do dia, efeito de ofuscamento pelo sol, escuridão noturna, estrelas, etc.)

Programação Dinâmica de Alvos

O próprio navio e os alvos são associados a arquivos contendo suas características físicas como:

- Altura do alvo
- Velocidade vertical (para alvos aéreos e submarinos)
- Velocidade tangencial máxima
- Acelerações e desacelerações como função da velocidade
- Ângulos de leme
- Variação de velocidade em função de ângulo de leme
- Características de radares (até 3 por alvo)
- e outros

Alvos Pré-programados

É possível pré-programar os alvos com:

- Tempo de início
- Posição geográfica inicial
- Rumo, velocidade, altitude ou profundidade iniciais
- Mudanças de trajetória, que podem ser pré-programadas para mudar:
 - * tempo



- * rumo
- * Velocidade
- * Altura e profundidade
- * Rate de guinada (ângulo de leme)

V – APOIO LOGÍSTICO

A SFB Sistemas é uma empresa altamente experiente em Apoio Logístico Integrado. A empresa possui funcionários altamente especializados, capazes de produzir Planos de Apoio Logístico Integrado adequados às necessidades dos clientes, abrangendo todos os aspectos relativos a documentação, sobressalentes, equipamentos de testes especiais e de uso geral e treinamento para todos os escalões de apoio usuais (manutenção a bordo, manutenção de base, manutenção a nível de fábrica).

Um sistema como o Simulador de Periscópio geralmente requer a organização de um Plano de Manutenção, um Plano de Fornecimento e um Programa de treinamento. Planos de Manutenção podem ser organizados abrangendo todos os aspectos de manutenção de "hardware" e "software" em cada escalão de manutenção da estrutura do cliente.

Um Sistema de Manutenção Planejada é uma poderosa ferramenta de apoio para a execução das atividades de manutenção.

Um Plano de Fornecimento é também muito importante. Quantidades, armazenamento e controle necessitam de organização e planejamento cuidadoso, como também a correta identificação dos equipamentos de teste e ferramentas necessárias.

O treinamento de operadores, instrutores e mantenedores é outro aspecto crucial de Apoio Logís-

tico Integrado para ser corretamente planejado, organizado e executado no tempo certo, abrangendo o "hardware" e o "software" (básico e aplicativo).

Atenta às necessidades e requisitos do cliente e estudando sua estrutura logística e organizacional, a SFB é capaz de fornecer todo o planejamento e treinamento para a completa satisfação do cliente.

VI – CONCLUSÃO

O Simulador de Periscópio da SFB Sistemas é um sistema moderno de alta tecnologia, especialmente projetado e desenvolvido para atender aos requisitos operacionais e de qualidade das Marinhas para treinamento de tripulações em terra, no modo mais econômico. As economias obtidas através de um treinador de terra são tão significativas que Marinhas em todo o mundo estão adotando simuladores deste tipo.

Alto desempenho e confiabilidade são atualmente fatores de qualidades indispensáveis, associados a custos relativamente baixos. Tudo isso pode ser oferecido pelo Simulador de Periscópio da SFB, como pode ser demonstrado pelo uso de moderna tecnologia de "hardware" e de "software", técnicas de modelagens atuais, processamento de sinais e de imagens de alto padrão, ótica e mecânica adotados neste projeto. Além disso a capacidade de se oferecer Apoio Logístico Integrado assegura altos padrões de manutenibilidade e prontidão operacional.

Finalmente é relevante enfatizar que os mais de 10 anos de experiência da SFB, dedicados a projetos militares, desenvolvimento e serviços de engenharia são uma garantia de sucesso, com o aval de vários contratos já assinados com a Marinha do Brasil.

BREVE HISTÓRICO DO SINO DE MERGULHO

SO-MG Carlos Dantas de Gusmão

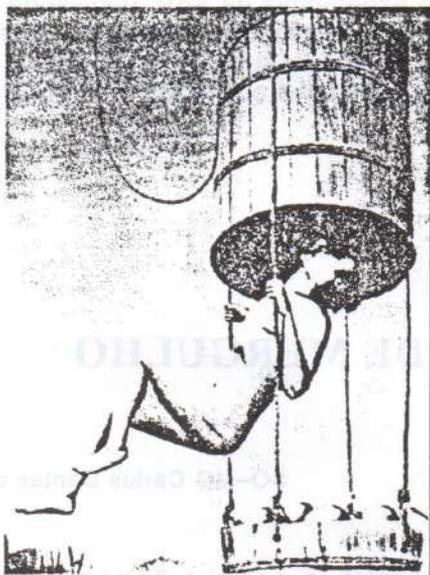
Mantida em permanente estado de controvérsia, a crença do fato assustador de que Alexandre, o Grande, foi o primeiro "BELL

DIVER", ou seja, o primeiro homem a mergulhar a partir de um sino aberto. Embora Aristóteles, o antigo filósofo, mencione o mergulho vários anos mais tarde,

no seu trabalho "PROBLAMATA", ninguém pode garantir com certeza se de fato este mergulho aconteceu.

Durante o período de 1500 a 1800, várias versões de sino de mergulho foram experimentadas usando o princípio do copo invertido mergulhado num recipiente com água. Como é de conhecimento comum, quando um copo de boca para baixo é mergulhado na água, o ar dentro dele é comprimido levemente pela água até que a pressão fique equalizada ao atingir determinado ponto, deixando um reservatório de ar comprimido. Por vários séculos, esse reservatório de ar teria sido a base para as futuras descobertas.

O mais detalhado dos primeiros relatos de um mergulho com sino, é o do mergulho feito por Guglielmo de Lorena. Em um livro intitulado "ARCHITETURA MILITAR", escrito por Francesco de Marchi em meados do século XVI, é mencionado um mergulho para içar duas galeras de recreio soçobradas. Em 15 de julho de 1535, usando o que parece ser um barril de óleo de 200L, Lorena desceu para o fundo do mar. O barril, provido de uma pequena vigia, era ligado para a superfície através de estropos, mas havia também um suporte que apoiava nos ombros do mergulhador. Esse sino primitivo, que alcançava a cintura do homem, permitia o seu deslocamento, ainda que precário, pelo fundo. Suas mãos, sobressaindo além da borda do sino, podiam ser usadas para manter o sino no lugar. Foi, provavelmente, o primeiro mergulho usando um sino aberto.



Primeiro Sino de Mergulho

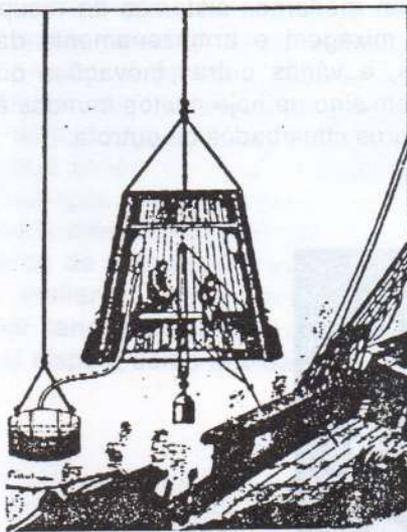
Em 1616 Franz Kessler inventou um aparelho de mergulho que se assemelhava em muito aos grandes sinos existentes nas torres das igrejas góticas, de onde advem provavelmente a denominação "SINO". Nesse vaso de aparência curiosa provido com uma série de pequenas vigias, Kessler podia sentar-se num selim de metal enquanto caminhava com o sino pelo fundo do mar. O sino era viável, mas desde que era lastrado interiormente por apenas um grande lastro esférico, estava presente sempre a possibilidade da desgraciosa engenhoca emborcar.

À medida em que o tempo decorria os sinos e seus sistemas de manobra tornavam-se mais engenhosos. Um particularmente interessante sistema de manobra foi o do sino usado em 1677 para recuperar uma grande soma em dinheiro dos porões de dois navios sinistrados nas proximidades do porto de Cadeques, Espanha. O sino tinha 13 pés (3,96m) de altura e 9 pés (2,74m) de diâmetro na borda e era reforçado por um aro de ferro. Presos à borda, haviam vários pesos servindo de lastro, tendo entre 60lbs (27,7Kg) a 80 lbs (36,6Kg) cada peça. O mergulhador acomodava-se precariamente sentado em uma barra de madeira colocada mais ou menos no centro do sino, esperando mantê-lo em pé. O sino, suspenso entre duas barcaças por um cabo pendurado de uma peça de madeira parecida com uma trave de força, servia a dois mergulhadores que mergulhavam alternadamente. Quando no fundo, eles rapidamente recolhiam as moedas, que eram colocadas em bolsas presas ao pescoço e então transferiam-nas para o interior do sino onde eram penduradas em cabides. Quando percebiam que o ar estava se exaurindo, sinalizavam para a superfície através de um cabo.

Sir William Phipps, o primeiro governador colonial de Massachusetts - EUA, usou um sino aberto no ano de 1687, para recuperar aproximadamente um milhão de dólares em ouro espanhol de um casco soçobrado nas Bahamas. Desafortunadamente, poucas informações são disponíveis sobre o mergulho do governador.

Em 1689, Dr. Denis Papin, um proeminente físico e inventor francês sugeriu uma idéia revolucionária que provocou uma significativa mudança de toda em tecnologia e "status" do mergulho usando sino. Dr. Papin sugeriu que bombas de ar ou foles poderiam ser usados para manter uma pressão constante no interior do sino. Ao invés de ter o sino com ar na pressão atmosférica, e comprimido com a pressão da água e o nível variando com a profundidade, a linha d' água poderia ser mantida na altura da borda. O mais extraordinário foi o fato de que, a partir de então, um constante suprimento de ar fresco poderia ser mantido, prolongando o tempo de fundo.

Dr. Edmund Halley, o astrônomo inglês que descobriu a periodicidade do seu famoso Cometa Halley, foi o responsável pelo projeto e construção de um sino. O sino de Halley tinha o formato de um tronco de cone, com um diâmetro de 3 pés (0,914m) no topo e 5 pés (1,52m) na base. Era revestido de chumbo para dar uma flutuabilidade negativa, com uma concentração de peso maior distribuída pela borda, que resultava numa descida perpendicular e uniforme. No teto do sino foi colocada uma placa de vidro para a entrada da luz do sol, e instalada uma torneira para permitir a saída do ar viciado e quente. No interior, havia um banco para o guia interno sentar-se enquanto atendia o mergulhador e recebia o suprimento de ar.



O Sino de HALLEY

Halley supria ar fresco para o sino por meio de dois barris chumbados, tendo cada um, uma abertura no fundo e na tampa. O barril, com uma mangueira de couro adaptada à abertura do fundo, era arriado através de um cabo. No que a água entrava pela abertura inferior, forçava o ar a sair do barril pela mangueira de couro, suprindo o sino. Halley disse que em uma ocasião, ele e quatro outros permaneceram na profundidade de 60 pés (18,2m) por uma hora e meia sem sentir nenhum tipo de desconforto, um remarkável feito, considerando a época em que aconteceu.

O sino de Halley parecia ser a grande invenção, mas representava um custo muito elevado em mão-de-obra, equipamento e suprimentos, sem mencionar o custo da construção.

Em 1728, um oficial do exército sueco, Martin Triewold, projetou um sino feito de cobre e estanho por dentro, um notável avanço sobre seus pesados predecessores carregados de chumbo. Triewold, além de fazer um sino mais leve, também inovou adicionando um estrado preso por correntes vários pés abaixo da borda. O estrado permitia ao mergulhador,

de pé, respirar somente o ar fresco da parte inferior do sino e uma mangueira de couro aberta nas duas extremidades era usada pelo mergulhador para respirar o ar não viciado da parte de baixo, quando estava totalmente no interior do sino. O sino de Triewold deu um grande passo em todas as direções mas, tal como Halley, o ar ainda era suprido por barris.

No decorrer de 1778, Jonh Smeaton, famoso construtor de faróis, projetou um protótipo rudimentar dos sinos de hoje. Usando a sugestão de Papin, ele montou uma bomba para fornecer ar puro para seu sino. Esta adição ao mergulho com sino revolucionou o campo permitindo aos mergulhadores mais tempo de fundo e maior eficiência no trabalho.

James Rennie, um engenheiro inglês, fez uso, em 1812, de um sino similar ao de Smeaton para o reparo em Ramsgate Harbour. Além da vantagem do ar bombeado, ele idealizou um engenhoso sistema de manobra que movimentava o sino sobre trilhos montados numa plataforma. Dessa maneira, o sino, de forma retangular, poderia se mover vários pés para os lados, dando aos mergulhadores maior acesso ao local de trabalho.

Motivado pela necessidade de diminuir o tempo de descompressão na água, em 1928, outro inglês, Sir Robert H. Davis desenvolveu sua famosa Câmara de Descompressão Submersível (Submersible Decompression Chamber - SDC). Com sua invenção, o mergulho com sino iniciou sua ascensão em direção à ciência que prevalece atualmente. Nos dias de hoje os sinos são versões sofisticadas da primeira SDC de Davis. Sua primeira câmara foi um cilindro com aproximadamente 10 pés (3,04m) de altura. Davis desenhou o cilindro com duas escotilhas abrindo para dentro, sendo uma no topo e outra na base. A SDC era capaz de acomodar dois homens, e o ar para ventilar e evitar alagamento vinha da superfície. Quando em faina, um homem mergulhava e o outro exercia a função de guia do sino e do mergulhador.

O procedimento de operação consistia em baixar o sino até os 60 pés com a escotilha inferior aberta para permitir ao mergulhador equipado descer à profundidade desejada.

Ao retornar ao sino após cumprir as paradas de descompressão mais profundas na água, o mergulhador retirava seu capacete e passava a respirar oxigênio puro por uma máscara. O guia do sino fechava a escotilha inferior e a SDC era içada para a superfície para se completar o restante da descompressão com segurança e o relativo conforto do sino no convés.

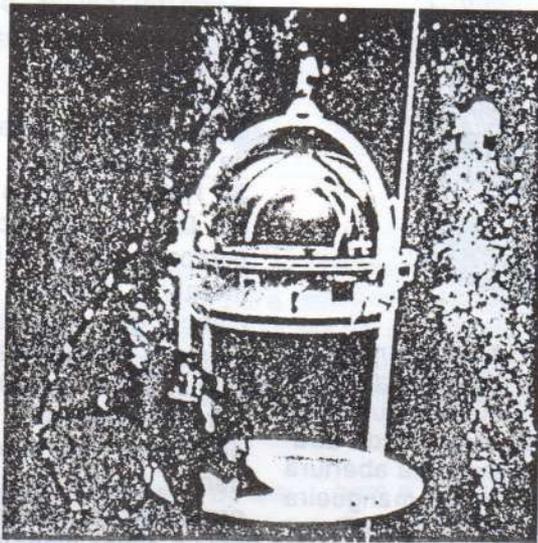
Em 1931, Davis, motivado pelas longas descompressões dos mergulhos utilizando misturas gasosas, idealizou uma câmara de descompressão (DDC) com três compartimentos para permitir o acoplamento da sua SDC. A DDC oferecia espaço adicional, beliches, alimentação, aquecimento e roupa seca para o conforto do mergulhador e liberava a SDC para o uso por uma nova equipe.

Não houve mudanças significativas no campo até 1962, quando Ed Link construiu uma câmara similar à SDC de Davis para servir de palco para as pesquisas sobre mergulho saturado.

Durante o ano de 1967 a Marinha Americana colocou seu SDS-450 em serviço e em 1972 os sistemas de Mergulho Profundo entraram em operação.

Unidades completas de mergulho saturado compostas de sino e câmaras, com seus controles

onde se monitora e manobra uma enorme variedade de necessidades para o mergulhador e o mergulho em si, são fabricados e usados por Marinhas de vários países e companhias espalhadas pelo mundo inteiro. Os sistemas que prevalecem atualmente são os que comportam oito homens confortavelmente instalados e com, pelo menos, uma outra câmara acoplada para mudanças de equipes sem alteração do nível de vida. São compartimentos espaçosos com dispositivos para a passagem de alimentos e objetos e providos de instalações sanitárias, música ambiente ou individual, iluminação geral e para cada beliche. A temperatura e a umidade são controladas, assim como existe o monitoramento dos níveis de O₂ e CO₂ e das misturas gasosas, com modernos sistemas de recuperação, regeneração, mixagem e armazenamento das misturas respiratórias, e várias outras inovações que levam o mergulho com sino de hoje muitos mundos à frente dos primitivos barris chumbados de outrora.



Sino Aberto Moderno

SABER QUANDO FALAR

REVISTA PROCEEDINGS – Junho/91
Contra-Almirante DAVE OLIVER, US NAVY
TRADUÇÃO: CT JOSÉ ROBERTO BUENO JÚNIOR

Uma certa vez, em uma de nossas esquadras, todos os navios, submarinos e a maioria das aeronaves foram designadas para efetuar busca de um almirante três estrelas, que estava mergulhado a bordo de um dos nossos submarinos nucleares. Todos que pudessem auxiliar foram destacados para procurar sobreviventes.

Felizmente, nenhum submarino tinha realmente afundado e o almirante estava tirando um rápido cochilo no melhor beliche de bordo. Infelizmente toda a Marinha tinha sido oficialmente comunicada que o almirante, tanto quanto o submarino em que o mesmo encontrava-se dormindo, estava perdido. Quando levantou-se, o almirante estava bastante confuso. Além disso, todos os marinheiros em terra tinham sido retirados de seus lares e camas mornas e retornado de volta a seus submarinos, navios e aeronaves, para procurar o almirante e seu submarino. Quando todo esse esforço verificou-se ser desnecessário, todos os marinheiros ficaram bastante infelizes.

Este incidente ocorreu alguns anos atrás, antes que os satélites fizessem das comunicações de e para os submarinos algo muito mais fáceis. Na época em que a história se passa, os submarinos tinham uma grande dificuldade de falar com alguém, especialmente com outro submarino. Dentro das opções disponíveis, alguns submarinos rotineiramente comunicavam-se por meio de telefone submarino.



Esta é uma experiência similar a falar com Hong Kong em um daqueles telefones baratos encontrados através de classificados de revista. Na água o som é refletido e atenuado nos peixes e partículas em suspensão e curva-se com a mudança de temperatura e salinidade da água. O som chega até o seu ouvido com uma imperfeita sombra de sua forma. Esta rota torturosa, não é o único caminho que o som pode tomar, e algumas palavras também frequentemente chegam como um fraco eco, após refletir na superfície da água ou em rochas no fundo do oceano. Os ecos atrasados unem-se a já deturpada e quase irrecognhecível voz.

Existem bons dias, mas na maior parte do tempo precisa ser mágico. Você tenta usar pessoas que enunciem claramente e tenta manter todas as mensagens o mais simples possível. Embora as pessoas consigam melhor com a prática, nunca é fácil comunicar-se com o telefone submarino.

Então, lá estávamos naquele dia, nosso submarino agindo como o "bandido" e outro como o "mocinho". O almirante três estrelas estava no outro navio. (Na força de submarinos, o almirante e outros oficiais superiores rotineiramente embarcam em diferentes submarinos a fim de determinar como estão indo as coisas). O treinamento que estávamos executando requeria que periodicamente nos encontrássemos em um ponto específico no oceano para reiniciar o problema. O outro navio decidiu trocar a geometria para a próxima fase do exercício. Então o submarino reduziu a cota até próximo a nossa e direcionou-nos a aguardar o recebimento de uma mensagem pelo telefone submarino, composta de três partes.

O oficial de periscópio sacou uma caneta e um bloco de bolso e preparou-se para copiar. Pegando o "handset" do telefone submarino, ele reportou que estava pronto. O outro navio enviou a primeira parte da mensagem. O oficial de periscópio escutou cuidadosamente e escreveu cada palavra que ouviu. Dois oficiais que estavam passando escutaram a transmissão que estava sendo recebida e perceberam que as comunicações seriam difíceis aquele dia. Eles também pegaram pedaços de papel, e tomaram posição próximo ao alto-falante, iniciando a escuta e o registro no



papel. Quanto mais melhor. O auxílio na decifração de mensagens, via telefone submarino, é um procedimento padrão. Algumas pessoas escutam altas frequências com grande fidelidade e outras, baixas frequências, então, ao final das transmissões eles compararam as anotações.

Normalmente é assim. Neste caso, o comandante era um homem muito impaciente. Ele era também muito sensível com a imagem que ele apresentava a seus superiores. Ele estava muito melindroso pelo fato de um almirante três estrelas estar no outro navio e poder ouvir nossas respostas.

Quando a transmissão terminou ("WHISKEY PAPA aqui OSCAR SIERRA, aguardar mensagem em três partes. Separa - Parte um - separa - Intenção alterar o ponto de encontro para o próximo evento, câmbio"); O oficial de periscópio olhou para os dois outros oficiais e disse: O que vocês pegaram?

O comandante sacou o "handset" do jovem oficial e falou claramente nele: "OSCAR SIERRA aqui WHISKEY PAPA, ciente parte um câmbio". Ciente significa escutei e entendi. Então o comandante reportou para o outro navio que nós tínhamos escutado e entendido o que eles tinham enviado na primeira parte da mensagem. Câmbio significa que ele tinha cessado a transmissão e o outro navio poderia transmitir outra parte da mensagem sem interferência sobre a nossa linha. Após o comandante ter enviado a mensagem muito claramente, com a voz articulada, que provavelmente soava como a de um comandante quando estivesse saindo do alto-falante na Manobra do outro navio, ele tirou o "handset" de sua boca (ele não entregou o "handset" de volta ao oficial de periscópio) e falou com seus oficiais. "O que vocês conseguiram, rapazes"?

Os três oficiais que tinham comparado suas anotações nesse ínterim, mostram-lhe que haviam concordado sobre o conteúdo da parte um da mensagem.

Entretanto, o ciente e o câmbio do comandante tinham viajado através da água a 823 jardas/seg, e o outro navio tinha iniciado a transmissão da parte dois, que nos dava a hora do próximo evento e a latitude do novo ponto do "redézvous". No instante que o câmbio do outro navio soou dentro da nossa Manobra, por meio de sua arriscada viagem através da água, o comandante pegou o "hand set" do telefone submarino e levou até os seus lábios: "Aqui WHISKEY PAPA ciente Parte dois, câmbio", numa profunda e medida voz de comandante. Então ele virou-se para seus oficiais e disse: "Eu não consegui pegar tudo, vocês conseguiram?" O último estava apressan-

do o mais que podia, mostrando-lhe o que cada um havia anotado. O comandante balançou a cabeça em sinal de aprovação. Por estranho que pareça eles tinham entendido cada palavra.

¶ Ambos submarinos estavam ainda movendo-se enquanto falavam. Então eles estavam passando dentro e através de águas com diferentes características, diferentes números de peixes e diferentes quantidades de sal. Submarinos no mar, sempre estão em movimento relativo entre si. Um pode estar vagarosamente movendo-se em direção a popa do outro, onde a escuta não é tão fácil. Existem inúmeras razões para a modificação nas condições acústicas, mesmo durante um curto período de comunicações. De fato, a única constante no mar é a modificação.

Quando a terceira parte da mensagem de três partes chegou, o comandante, como anteriormente, incontestável: "Aqui WHISKEY PAPA, ciente é só." "É só" significa que a transmissão está acabada. Isto certamente poderia ter sido melhor se o comandante tivesse dito alguma coisa como: "Ciente, aguarde", que significa, "espere um minuto", eu acredito. Se ele não tivesse dito nada, até ele saber se um de seus oficiais conseguira realmente ouvir a mensagem, tudo poderia ter ficado "OK". Mas ele queria parecer comandante e decisivo: "E só", significa "nós pegamos isto".

Então o comandante arriou o handset e virou-se para seus oficiais e perguntou o que a terceira parte da mensagem falava. Infelizmente, nenhum deles havia escutado. O comandante, freneticamente, pegou o "handset" e tentou contato com o outro submarino, mas o nosso oponente já havia guinado e "aberto o gás". Ele não seria encontrado em parte alguma.

Existem poucas possibilidades de se encontrar um lugar ao longo de 36.000 milhas de uma latitude particular do oceano, e nós não sabíamos a longitude. Também, as instruções para o exercício especificavam que se um dos navios não tivesse contato com o outro por algumas horas, o primeiro navio deveria reportar o outro como perdido.

Nós não sabíamos onde eles estavam. Nós não podíamos encontrá-los. Conclusão: "eles devem estar perdidos". Depois do número de horas especificado, nós reportamos aquela posição e emergimos para assumir e coordenar as operações de busca.

Isto tornou-se um pouco absurdo, mas a questão existia. Em torno de um dia a situação havia sido desemaranhada e as aeronaves e navios foram autorizados a retornar aos seus portos de origem.



Conduzir pessoas é uma profissão fascinante. Isto captura nossa atenção da mesma forma que um time de "baseball." Aqueles que realmente entendem o jogo percebem que mesmo a mais elementar jogada é mais difícil do que parece, quando executado a nível profissional.

Na liderança é o mesmo. Quando praticada a nível profissional, é requerida a bordo de submarinos. Isto é tanto sutil quanto difícil.

Alguma vez você assistiu um time, navio ou grupo obter sucesso várias vezes, quando outros jamais obtiveram?

Uma das mais importantes características de um bom líder é a percepção e sensibilidade do pensamento e sentimento do pessoal que com ele trabalha. Eles sabem, mesmo antes do indivíduo, que química emocional está em curso através de seus corpos.

Bons líderes, não necessariamente, trocam seus objetivos baseados nas emoções do momento ou do dia, mas eles ajustam o que está sendo realizado para harmonizar e aproveitar não somente o esforço físico e mental total do grupo, mas também seus pensamentos e emoções. O líder excepcional faz isto instintivamente. Eu não sei se alguém pode ou não aprender a ser um grande líder. Alguns homens e mulheres lideraram tão naturalmente que parece implausível que a liderança seja uma habilidade aprendida. Mas realmente espero que isto possa ser aprendido. Eu sei que pode ser desenvolvida.

Acima de tudo, um bom líder é paciente. Isto não quer dizer que você sempre tenha que deixar de ser criteriosamente rigoroso, quando existe alguma coisa, particularmente importante, que você queira que uma pessoa nunca se esqueça. Para emissão de uma crítica, cortar, figuradamente, a garganta de alguém em público define, muito mais claramente que 100 memorandos, que princípios e níveis de "performance" você considera sacrossanto. Um bom líder não necessita ser sempre polido.

Mas você deve aproveitar cada oportunidade para treinar o seu pessoal. Um dos melhores meios para atingir este objetivo é deixá-los ter a experiência de assumir uma faina, quando menos, que uma "performance" superlativa possa ser tolerada. Isto encoraja as pessoas progredir, e elas ganham confiança em seu líder. Cada vez que você analisa corretamente uma situação que não encorra em risco de vida, e leva o seu pessoal a trabalhar o problema, certamente terá a confiança renovada em seu julgamento.

Se tudo é tão crítico que requeira sua pessoal intervenção como líder, então você está destinado a

fracassar. Primeiro irá perder seus seguidores: ninguém pode manter o passo requerido se tudo for de mesma importância. As coisas simplesmente não são as mesmas, o cuidado que uma pessoa tem em pentear seus cabelos não é, nem de perto, o mesmo ao lembrar em olhar para ambos os lados antes de atravessar uma rua.

No compartimento de comando de um submarino existe uma posição de onde, quando escolhida pelo comandante, ele pode, parado, sentir todo o navio em torno de si e na sua mão. Quando você se coloca em um lugar atrás do periscópio de ataque e age ditatorialmente, você instantaneamente anula um ou dois níveis administrativos. Isto é como "by passar" a espinha nervosa e ligar o cérebro diretamente a cada dedo.

Um bom comandante pode parar naquela posição e operar o navio praticamente sem a assistência de outro oficial. Ele pode supervisionar as águas, o grupo sonar, a equipe de navegação a equipe de torpedos e daí por diante. Existem momentos quando isto é necessário, quando um bom homem está começando a entrar em pânico em virtude do perigo ou sobrecarga emocional ou quando a situação demanda que um movimento preciso deve ser feito em um exato momento, ou quando o navio está em perigo e precisa ser salvo.

Entretanto, justamente por isto ser possível não faça-o desejável. Cada vez que você toma o controle de seu navio desta forma você elimina uma oportunidade de treinamento para seus oficiais mais inexperientes, provavelmente uma excelente oportunidade. Se você tiver nervos, esta é uma oportunidade de deixar seu jovem oficial testar sua iniciativa, fazendo com que o mesmo caminhe perto e enxergue além do limite, com a mão do comandante próxima a seu "cinto de segurança".

Liderança é frequente e deliberadamente mover os galhos de modo que alguma luz incida nas árvores mais novas, dando a seus subordinados o tempo e os nutrientes necessários para o crescimento.

O comandante que não deixa seu oficial de periscópio nem mesmo segurar o telefone submarino, não tem paciência nem interesse no desenvolvimento das pessoas. Ele estava tão preocupado com a preservação de sua imagem e querendo tanto aparecer no exercício do comando que reconheceu mensagens ainda não recebidas e retransmitiu na sorte para dar uma informação perdida sobre o vento da tarde. Na violação do bom senso e disciplina das comunicações, nosso submarino deu o ciente da mensagem que nós não tínhamos recebido. Consequentemente,



por não sabermos onde seria o ponto de encontro, não encontramos o outro submarino. Nós, então combinamos nosso erro com ridículo reporte de que o outro submarino estava desaparecido, e presumidamente perdido.

O outro submarino, entretanto, seguiu os procedimentos apropriados para uso do telefone submarino, provendo clara e direta orientação, como era de sua responsabilidade sendo o submarino mais antigo, e então partiu para o seu treinamento, provavelmente de uma forma muito profissional.

A ambos os navios foi determinado o retorno imediatamente para o porto a fim de discutir o que tinha exatamente acontecido. O comandante do nosso submarino executou um movimento rápido e desenvolveu sua história de forma breve. Ao longo da história, ele utilizou um pouco de seu conhecimento artístico, encobrendo alguma coisa aqui, sofrendo de uma pequena perda de memória ali, especialmente sobre "cientes" e "é só". Ele apresentou-se para o inquérito informal armado de um sorriso encaixado. O outro comandante armado apenas com a verdade.

Eu escutei que o outro comandante fora repreendido. A vida não é necessariamente justa. Algumas vezes o que realmente acontece é perda nas emoções do momento e na inexatidão das reconstruções. Mas não desperdice tanta indignação pelo comandante repreendido. Quando finalmente levou seu submarino de volta à cota periscópica e viu todas as mensagens de alta procedência trafegadas para ele, deve ter sido fácil reconhecer que haviam somente dois comandantes lá no oceano e quem era o convidado para a cerimônia de enforcamento do culpado. E não existe desculpa se você deixa algum mau elemento bater em você em uma sala de "briefing", especialmente quando você tem a verdade ao seu lado.

Alguns dos indivíduos de menos valor podem fazer um bom jogo, e algumas das melhores pessoas no mundo não são oradores natos. Então se você quer ter uma moral elevada, você tem duas escolhas: deixe os bandidos andarem livremente com a vitória, todas as vezes que você lutar contra eles ou reconheça que a destreza da palavra é absolutamente essencial para aqueles que aspiram a liderança. Você deve praticar, praticar e praticar.

SUBMARINO SOVIÉTICO

NAVY INTERNATIONAL-DEZEMBRO/91
ADAPTAÇÃO: CF ROGERIO DUTRA VILARINHO

A cerca de um ano e meio atrás, algumas agências de inteligência do ocidente noticiaram a respeito do desenvolvimento de um novo modelo de submarino russo, conhecido pelo nome de BELUGA. Recentemente, um grupo de oficiais da marinha britânica em visita ao porto de Sevastopol, tiveram a oportunidade de observar uma unidade desta nova classe de submarino atracada na base naval.

Presume-se que o submarino, que parece ser uma evolução da classe ALFA, foi concebido com sistema AIP - AIR INDEPENDENT PROPULSION. Como é provável que este novo sistema ainda esteja sendo testado, o submarino certamente possui também sistema de propulsão a diesel ou nuclear, tendo

capacidade para utilizar cada tipo de propulsão mediante a execução de pequenas manobras internas.

Tendo em vista que somente há dezoito meses tomou-se conhecimento deste submarino, torna-se interessante a especulação em torno da concepção do seu sistema AIP (propulsão independente de ar). Tomando por base o estado da arte da tecnologia ocidental neste campo e, considerando a possibilidade do serviço de inteligência soviético ter tido acesso a tais conhecimentos, as possíveis alternativas para o modelo de propulsão adotado para esta nova classe são as seguintes:

a) uma forma de ciclo fechado do tipo STIRLING, conceito este idealizado no princípio da 2ª



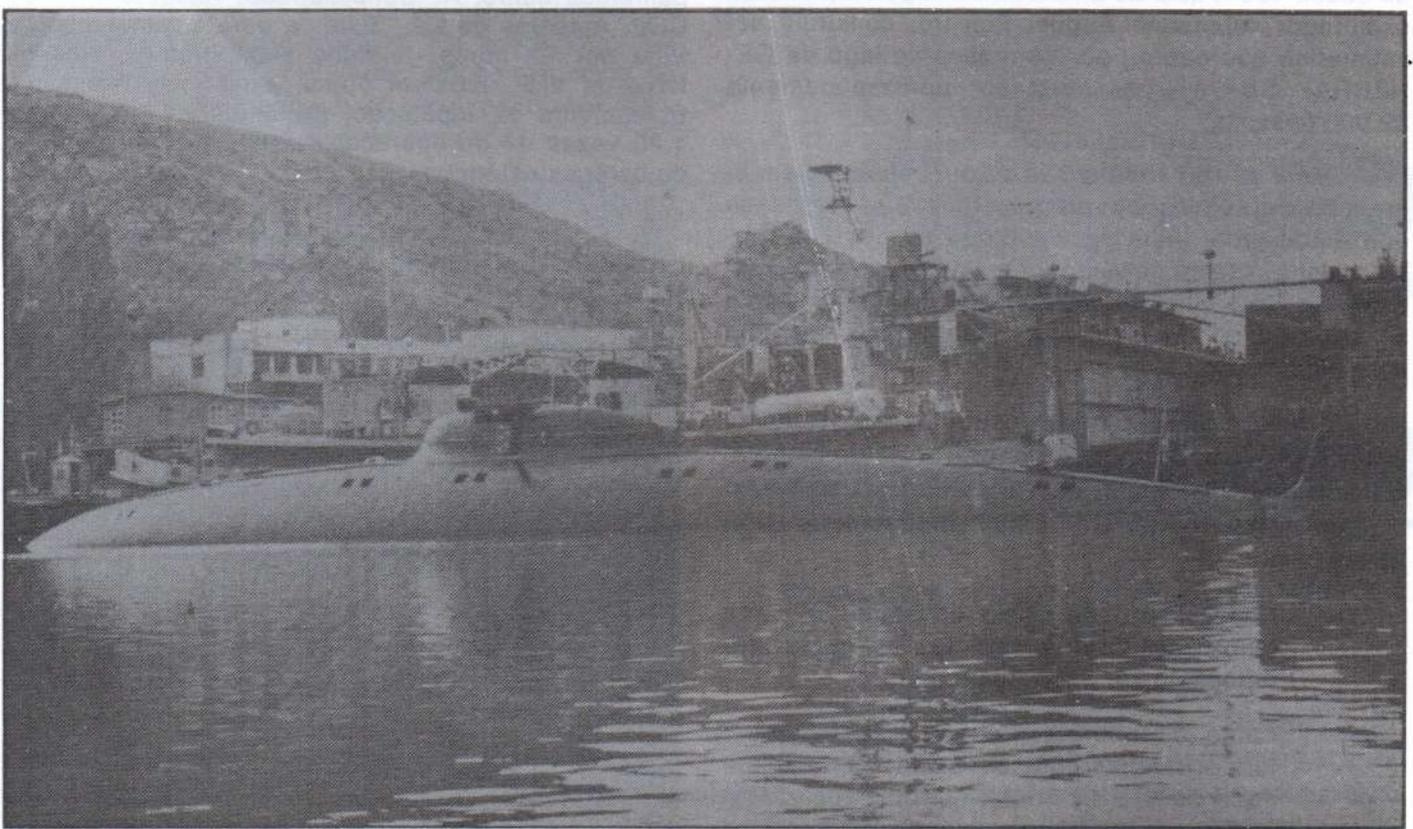
Guerra Mundial e testado no mar no submarino sueco NÄCKEN por um período de dois anos e meio;

b) um sistema FUELCELL, versão esta testada no submarino alemão U1 por cerca de dois anos – alguns detalhes sobre este assunto veio recentemente à baila envolvendo o serviço de espionagem soviético na Alemanha;

c) uma propulsão do tipo SCEPS (STORED CHEMICAL ENERGY SYSTEM), que tem sido objeto

de estudo nos Estados Unidos da América – recentemente os soviéticos têm demonstrado ter adquirido e utilizado informações sobre tecnologia submarina desenvolvida pelos americanos.

Pela fotografia abaixo pede-se estimar o comprimento do submarino em aproximadamente setenta e cinco metros e deslocamento em imersão entre 2,5 e 3,0 mil toneladas.



TURISMO NO REINO DE NETUNO

CT DENIS DE CAMPOS MELLO

A partir de meados do ano de 1993, o que somente poderia ser admirado por poucos mergulhadores profissionais ou amadores, no Brasil, poderá ser feito por pessoas que não possuem esta habilidade. Isto deve-se ao fato da Consub Equipamentos e Serviços Ltda estar construindo um submarino, com visores de acrílico, que fará viagens de turismo em águas abrigadas e claras.

Esta espécie de turismo já vem sendo explorada desde 1964, quando JACQUES PICCARD, filho do explorador submarino August Piccard, construiu um submarino que operou por 16 meses no lago de GENÈBRE, SUIÇA, transportando aproximadamente 32.000 pessoas.

Mais de 180 submarinos de turismo estão em operação por vários pontos do planeta e estima-se que anualmente mais de 2.000.000 de pessoas efetuem este passeio gerando uma receita de aproximadamente USD 100.000.000 por ano, ao preço médio de USD 65 por pessoa, para uma viagem de uma hora de duração.

Apesar de terem sido construídos em estaleiros diferentes e operarem em diversos pontos do planeta, em sua grande maioria, esses submarinos possuem muitas características em comum. Podemos enumerá-las como:

- Necessidade de apoio constante de uma embarcação de superfície, inclusive para rebocá-lo até a área do mergulho.
- Fonte de energia da propulsão e "thrusters" - baterias chumbo-ácido, com capacidade de 8 a 14 horas, que são recarregadas por fonte externa quando o submarino não está em atividade, por um período médio de 8 horas.
- Propulsão - motores elétricos.
- Governo - "thrusters" horizontais e verticais.
- Velocidade de 0,5 a 3 nós.
- Capacidade de transporte variando entre 3 a 48 passageiros.

- Dotados de tanques de Lastros e Trimagem esgotados a ar comprimido e Lastro sólido alijável.

Estes submarinos durante a sua construção e operação, sofrem inspeções periódicas por uma sociedade classificadora, sendo as principais a American Bureau of Shipping (ABS), Loyds Register of Shipping (LRS) e Det Norske Veritas (DNV). Estas além de estabelecer padrões de construção exigem que os construtores dotem seus submarinos de equipamentos como: Ar Condicionado, Absorvedores de CO₂, Ampolas de O₂, Sistema para Sustentação de Vida por 72 horas, telefone submarino e rádio na faixa de VHF. Existem outras exigências tais como treinamento da tripulação, profundidade de colapso 1,25 vezes da de operação normal e compartimento de baterias estanque.

O custo médio de um submarino com capacidade para transportar 48 passageiros é de USD 3,5 milhões.



O STC 100

A idéia de se construir um submarino para a exploração do turismo vinha sendo acalentada por mais de dez anos pela diretoria da Consub, dependendo de recursos financeiros para torná-la real. No ano de 1991 tais recursos foram obtidos junto à Empresa Fluminense de Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro, ligada à Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro. O custo do projeto será de aproximadamente 1 milhão de dólares e a CONSUB restituirá esta quantia em três anos.

O casco resistente foi construído em Mogi Mirim - SP, pela Mira - Mogi Mirim Implementos Rodoviários Ltda, e apresenta as seguintes dimensões:

Comprimento	- 10,8m
Boca	- 2,1m
Calado	- 2,9m
Deslocamento	- 40 tons

Sua profundidade de operação será de até 100m e a pressão de colapso será atingida em profundidade superior a 200m, por projeto. Dispõe de 4 visores de acrílico com 80 cm de diâmetro, em cada bordo, que são destinados a dois passageiros. Na proa, dispõe de um visor, semi-esférico, de acrílico, com 1,5m de diâmetro, destinado à tripulação do submarino. Sua tripulação será de 2 homens, que já tenham experiência no governo de submarinos e poderá levar em cada viagem 16 passageiros.

Como os submarinos de combate, ele dispõe de tanques de lastros, localizados sob o convés (na livre circulação), com aberturas de alagamento na parte inferior, e esgoto a ar, sendo que, são utilizados para aumentar a borda livre do submarino ou levá-lo à superfície em emergência. A fim de se obter bolha zero e flutuabilidade neutra, dispõe de tanques de trimagem (6), esgotados a ar, localizados na parte inferior externa do submarino. Ainda na sua parte inferior externa, possui lastro sólido, podendo este ser alijado através de comando hidráulico, facilitando a sua ida à superfície em uma emergência.

Tanto para mergulhar, variar de cota, bem como ir a superfície, são utilizados dois "Thruster" verticais, um avante, outro a ré, a fim de tornar as manobras mais suaves e evitar desconforto aos passageiros. A ré foram instalados quatro motores elétricos que proporcionarão o deslocamento do submarino no plano horizontal e o governo neste plano será através de um "Bow-Thruster", instalado na parte inferior do submarino. Através de um JOYSTICK o piloto irá governar o submarino, sendo que, um sistema eletrônico irá controlar os motores elétricos de maneira que o submarino obedeça às ordens do JOYSTICK. Os motores elétricos da propulsão, bem como dos "Thrusters", foram fabricados pela CONSUB com tecnologia própria.

Estes motores elétricos recebem alimentação de duas baterias de 60 elementos cada, dispostas em paralelo, fornecendo 120V, na reite de descarga de 1500 AH. Os elementos destas baterias são do tipo

chumbo-ácido, medindo 35cm de altura, 20cm de largura e 11cm de espessura e são fabricados pela SA-TURNIA, mesmo fabricante dos elementos das baterias dos submarinos da MB.

As baterias estão armazenadas em compartimentos estanques sob os bancos dos passageiros. Cada elemento tem um suspiro, por onde sai uma tubulação que tem a função de coletar os gases, principalmente Hidrogênio. Os tubos de suspiros se juntam em grupos de seis, onde existe um catalizador que transforma o gás em água, que retorna ao elemento pelo próprio tubo do suspiro. Os compartimentos de baterias dispõem de medidor de Hidrogênio e um compressor que aspira do compartimento e descarrega no mar.

A velocidade de cruzeiro é de 1,5 nós, podendo operar 8 horas nesta velocidade. A velocidade máxima é de 3 nós.

Um sistema de manutenção de vida permite que os ocupantes respirem a bordo por 72 horas em caso de sinistro. O CO₂ é retirado através de absorvedores de Cal Sodada e o O₂ é lançado na atmosfera interna, à medida que a concentração deste gás cai.

Para diminuir a humidade e manter uma temperatura agradável o submarino tem um sistema de Ar condicionado e em virtude de fazer viagens curtas, cerca de 1 hora, não há sistema sanitário.

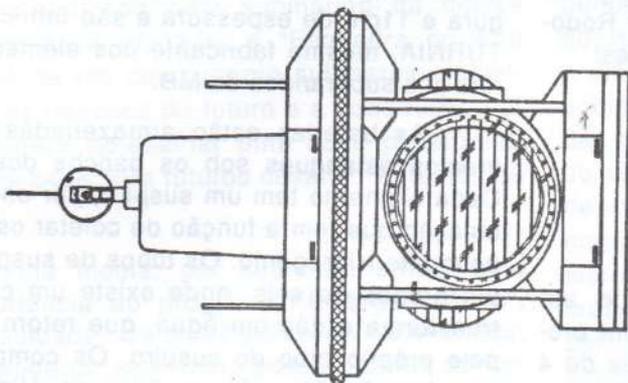
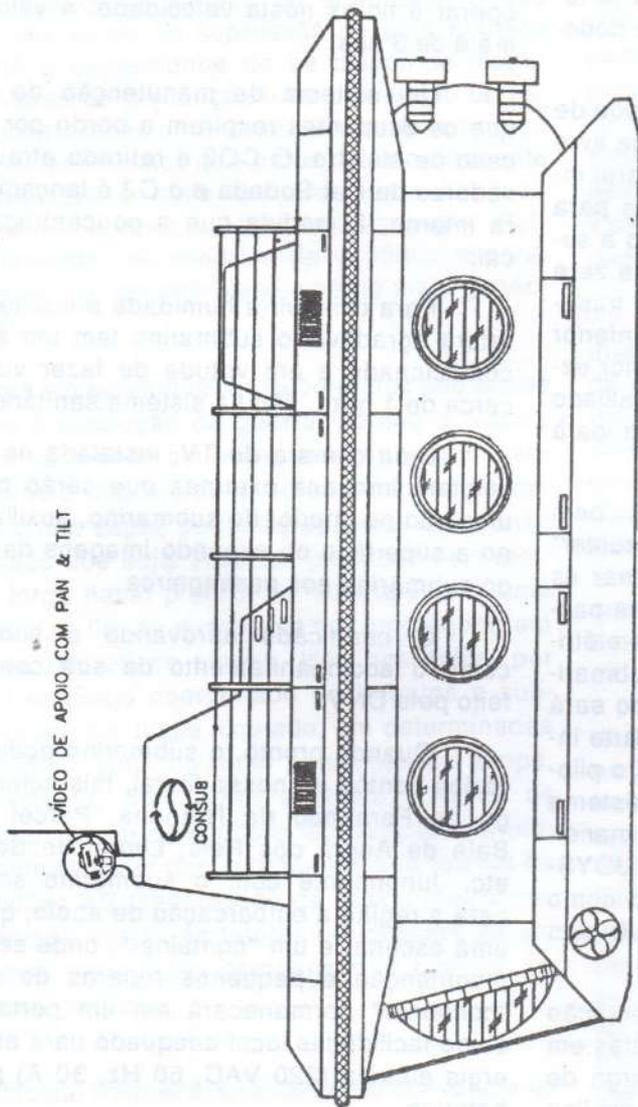
Uma câmara de TV, instalada no topo da vela coletará imagens externas que serão projetadas em um telão no interior do submarino, auxiliando no retorno a superfície ou expondo imagens da região acima do submarino aos passageiros.

O certificado aprovando o submarino, bem como o acompanhamento da sua construção, será feito pela DNV.

Quando pronto, o submarino poderá operar em vários pontos do nosso litoral, tais como o Arquipélago de Fernando de Noronha, Parcel de Abrolhos, Baía de Angra dos Reis, Litoral de Santa Catarina, etc. Juntamente com o submarino será deslocado para a região a embarcação de apoio, que poderá ser uma escuna, e um "container", onde será efetuada a manutenção e pequenos reparos do submarino. O "container" permanecerá em um porto que ofereça como facilidades local adequado para atracação e energia elétrica (220 VAC, 60 Hz, 30 A) para carga de baterias.

ST-100

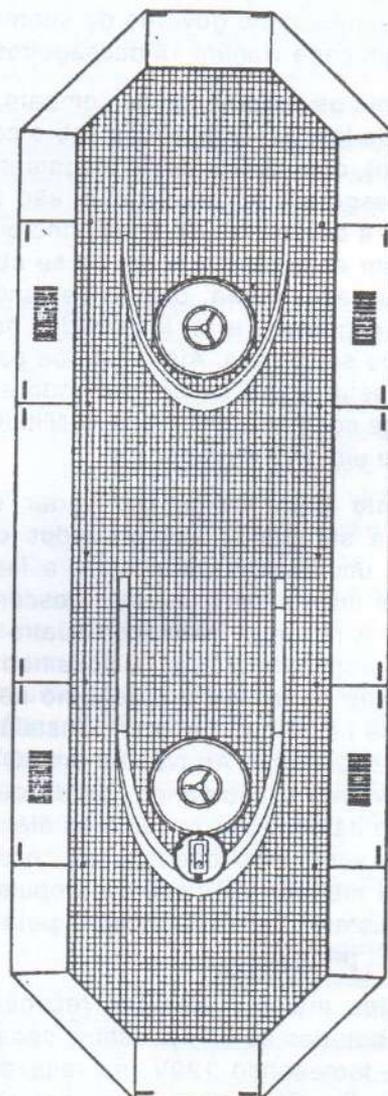
VÍDEO DE APOIO COM PAN & TILT



01 - CERTIFICAÇÃO:
DET NORSKE VERITAS - DNV

02 - CARACTERÍSTICAS:

- . PROFUNDIDADE: 100m
- . No. PASSAGEIROS: 16
- . No. TRIPULANTES: 02



O REPOUSO DO VELHO BARCO

ROBERTO DE GUIMARÃES CARVALHO
Contra-Almirante

“Oitavo navio de nossa armada a ostentar na popa o nome do principal rio e do maior estado do Brasil, deixa hoje o serviço ativo da marinha o submarino AMAZONAS...”

A leitura do texto acima, parte inicial da ordem do Dia nº 001/92 do Chefe do Estado-Maior da Armada, deu início à cerimônia de Mostra de Desarmamento do submarino AMAZONAS.

Triste, olhei para o cais e ali estava ele, o meu AMAZONAS.¹ Apesar de marcado pelos anos, o seu aspecto exterior era melhor do que quando eu o vi pela primeira vez, em uma fria manhã de fevereiro de 1974, atracado em um dos piers da Base de Submarinos em Groton-Connecticut.

Não pude impedir que meus pensamentos voltassem àquela época.

O AMAZONAS já havia sido incorporado à nossa Armada em 19 de dezembro de 1973, em cerimônia realizada naquela Base. Todos os preparativos para a transferência, bem como os primeiros dias de vida do Submarino foram conduzidos pelo Grupo Chave de recebimento: Comandante; Chefe de Máquinas; dois Oficiais ainda não submarinistas, pois não haviam feito o estágio de qualificação após a parte básica do curso de aperfeiçoamento; em um pequeno grupo de praças.

Com a chegada do Grupo Complementar, do qual eu fazia parte, composto de três Oficiais e do restante da guarnição, o AMAZONAS passava a ter a sua tripulação de recebimento completa, para cumprir a missão de, em curto prazo, receber e levar o submarino para o Brasil.²

A tripulação era bastante heterogênea. Na oficialidade, além dos dois Oficiais que mal haviam concluído a parte básica do curso de aperfeiçoamento

nos faltava um Oficial da lotação normal de um submarino daquela classe. Na guarnição o quadro geral era ainda mais preocupante, uma vez que apenas um terço era composto de pessoal atualizado. Os dois terços restantes eram preenchidos por praças que há muito estavam afastados da Força de Submarinos, e por uma parcela ponderável de pessoal recém-curso na etapa básica do curso de subespecialização, também sem ter realizado o estágio de qualificação. Transformar aquele grupo em uma tripulação coesa e adestrada era um dos grandes desafios. Isto na área do pessoal.

O desafio maior, entretanto, estava na área do material. O AMAZONAS, à semelhança de que ocorrera com os demais submarinos da classe “GUPPY” recebidos na década dos 70, estava em condições materiais bem deterioradas: o ciclo operativo vencido; as baterias esgotadas; dos quatro motores principais, dois não funcionavam; todos os geradores principais com baixa resistência de isolamento; isto apenas para citar os problemas mais graves.

A partir daquela fria manhã foi dada continuidade, agora com o pessoal completo, ao trabalho já iniciado. Era preciso organizar o navio administrativamente, qualificar o pessoal, definir e iniciar os reparos imprescindíveis para, com segurança, levar o AMAZONAS para o Brasil, navegando na superfície. Após o regresso, o futuro que nos aguardava era triste. Entraríamos na “fila de espera” para executar o reparo no AMRJ, sendo que o prazo otimista para o navio ficar pronto era de cerca de cinco anos, tendo em vista os compromissos que o nosso arsenal já tinha com os demais submarinos.³

1 – Sentimento de posse comum aos homens do mar quando se referem a algum navio onde já serviram.

2 – As condições para o recebimento resumiram-se na expressão “as is, where is”, comum a todos os recebimentos dos “GUPPY”.

O vulto do trabalho a empreender não nos atemorizava. Pelo contrário, em pouco tempo o navio já estava organizado, o programa de qualificação e adestramento mínimo definido, os reparos indispensáveis dimensionados e já iniciados. Enfim, o AMAZONAS iria cumprir, da melhor maneira possível a missão recebida.

Ocorre que a situação no AMRJ era tão crítica, que a alta administração naval tentou e conseguiu que o AMAZONAS, aproveitando a disponibilidade existente no Arsenal de Philadelphia, realizasse o seu reparo naquele arsenal.

Esta nova determinação, como era de se esperar, foi recebida com total euforia. O AMAZONAS não seria apenas "mais um" a chegar e ficar imobilizado aguardando a prontificação. Pelo contrário, iríamos chegar ao Brasil com um submarino pronto.

A missão, portanto, fora profundamente alterada e, em conseqüência, também foram substancialmente modificados os prazos previstos de permanência no estrangeiro.⁴

Por outro lado, o problema da guarnição desestrada e não-qualificada ficou ainda mais sério. Agora, teríamos que fiscalizar/acompanhar um reparo completo, fazer as provas de mar e chegar ao Brasil com o submarino pronto para, certamente, ser submetido de imediato às inspeções de adestramento e participar das comissões da Esquadra.

As ações decorrentes da nova situação foram imediatamente implementadas. A prioridade passou a ser definir o "pacote" do reparo e redimensionar o programa de adestramento e qualificação que, agora, teria que ser completo. Ainda com o navio em Grotton, o Comandante e mais alguns Oficiais deslocaram-se para uma reunião no arsenal de Philadelphia, na qual os serviços a serem contratados foram discutidos item por item. Buscando reduzir o preço global, vários serviços que normalmente seriam feitos pelo arsenal foram assumidos pelo navio, que ficou de executá-los empregando a sua guarnição.

De 19/12/73, data da incorporação à MB, até julho/74 o AMAZONAS permaneceu na base de submarinos em Grotton realizando, neste período, umas poucas movimentações diárias na superfície, para adestramento.

Com o aumento da duração da comissão, todos os Oficiais e, também, algumas praças, levaram suas famílias. Os Oficiais ficaram residindo em casas alugadas na vila naval, dentro da base, o que serviu para aumentar, ainda mais, a coesão da praça d'armas. Para as praças que estavam com suas famílias não foi conseguida a mesma facilidade e eles alugaram casas na cidade.

No final de julho, O AMAZONAS deslocou-se para Philadelphia.

Ficamos no arsenal de julho/74 a maio/75. A duração do reparo foi de cerca de 10 meses. Este prazo foi bastante diferente daquele que nos aguardava, caso o reparo tivesse sido feito no AMRJ.

Foi um período bastante exigente. Os nossos problemas foram ainda mais agravados com o regresso para o Brasil, em setembro/74, de cerca de 1/3 da guarnição, por medida de economia determinada pela alta administração naval. O recompletamento só foi efetuado em março/75 e, assim, dos 10 meses no arsenal, passamos 5 com menos 1/3 da guarnição. Como havíamos assumido o compromisso de realizar vários serviços com o nosso pessoal, tivemos que ser criativos e utilizar métodos menos ortodoxos para a realização de alguns reparos.

Em Philadelphia não houve o apoio direto dos submarinistas americanos⁵. Desta forma, todos aqueles que estavam com suas famílias tiveram que alugar moradia.

Limitados quase que exclusivamente pelo fator custo, praticamente todos, Oficiais e praças, alugaram apartamentos em um grande mas simples condomínio no estado de New Jersey, relativamente próximo ao arsenal. Sem que tenha havido qualquer quebra da hierarquia e da disciplina militar, o AMAZONAS passou a congregar uma "grande família".

Em paralelo ao reparo com a guarnição reduzida foi também cumprido o programa de qualificação/adestramento, que só pode ser acelerado após março/75, com o recompletamento da guarnição.

Um fato interessante relativo ao adestramento merece ser comentado. Ao reunir a guarnição para verificar se o que estava previsto na tabela-mestra coincidia com a experiência anterior daqueles que iriam guarnecer os diversos postos, descobrimos que

3 - O AMAZONAS foi o sétimo e último "GUPPY" recebido da marinha NORTE-AMERICANA no período de 1972 a 1973.

4 - Apesar disto, a classificação inicial da comissão permaneceu a mesma.

5 - O apoio que tivemos na base de submarinos de Grotton foi excepcional, em todos os aspectos.

só tínhamos um suboficial que já havia feito serviço no piano hidráulico e, também, apenas um cabo que já havia guarnecido anteriormente o leme horizontal e, mesmo assim, só o de vante. Em um mês, fazendo uso intensivo do simulador de imersão da base em Grotton, formamos os três quartos completos para o serviço em viagem, incluindo os Oficiais. A cada domingo, durante este período, um quarto de serviço completo da MANOBRA se deslocava para Grotton acompanhado do Imediato ou de um dos dois Chefes de Departamento. O adestramento no simulador era conduzido de 2a. a 6a. feira das 0800 às 1700 horas. No sábado aquele quarto regressava para bordo e, no dia seguinte, seguia o próximo quarto para iniciar a sua semana de adestramento, e assim sucessivamente de modo que cada quarto foi pelo menos durante uma semana adestrado no simulador. O pessoal que guarnecia a MANOBRA em postos de combate teve uma semana a mais de adestramento. Assim, em um mês, e sem ir para o mar, tínhamos este setor do navio pronto e adestrado.⁶

Próximo ao final do reparo surgiu um novo problema. Para que os operários do arsenal pudessem embarcar durante as provas de mar, o submarino teria que ter um certificado, dado pela marinha norte-americana, de que ele estava apto a operar em imersão com segurança. Era uma espécie de mini-CIASA. Como era mais fácil e lógico que o submarino se deslocasse para Grotton, onde haveria o apoio dos recursos de adestramento da base, de que os inspetores se deslocarem para Philadelphia, em junho de 1975 o AMAZONAS voltou a atracar na sua já conhecida base, de onde saíra há quase um ano.

O período de adestramento foi concluído e o AMAZONAS aprovado na inspeção.

O pessoal do arsenal que participaria das provas de mar embarcou em Grotton, e o submarino suspendeu para fazer as provas de mar, incluindo a imersão a grande profundidade. Além do pessoal do arsenal tínhamos também a bordo um pequeno grupo de submarinistas americanos, que haviam sido nossos inspetores.

As provas de mar correram bem, com pequenos problemas absolutamente normais e esperados, e um

alagamento quando estávamos a 400 pés. Este alagamento foi causado por fissura em uma das soldas do conduto de admissão de ar para as praças de máquinas e pelo fato da interceptação de casco de MAQ AY ter dado passagem, acarretando um forte jorro de água salgada naquela praça de máquinas.

O navio estava em postos de combate, e a reação à emergência foi rápida, precisa e segura, a ponto do mais antigo dos inspetores americanos embarcados comentar: "se fosse em um dos nossos submarinos não teríamos feito melhor". Como vemos, o nosso "pessoal sintético", adestrado em simulador, havia realmente aprendido os procedimentos.

Concluída a prova de mar demandamos o estaleiro de Philadelphia, para corrigir os problemas materiais ocorridos.

Desta vez a permanência foi curta, e cerca de 10 dias depois estávamos, finalmente saindo do arsenal e retornando a Grotton, para receber torpedos de combate.⁷

Mais uma vez atracamos na nossa já bastante conhecida base de submarinos em Grotton para, em uma faina que demorou dois dias, receber os torpedos e, finalmente, suspender para o Rio de Janeiro, onde chegamos em AGO/75,⁸ com o submarino pronto.

Abandono meus devaneios e volto a concentrar-me na cerimônia da Mostra de Desarmamento, a tempo de escutar o último parágrafo da Ordem do Dia do CEMA: "Hoje, atingido pela inexorabilidade do tempo e superado pelos avanços da moderna tecnologia, o velho barco deve cessar de operar, cedendo lugar a seus irmãos mais modernos. Deixará, porém, naqueles homens que, integrados a seu casco como um só corpo, o viveram e certamente o amaram, lembranças inesquecíveis dos momentos nele passados, que tocarão seus corações marinheiros sempre que emergirem, saudosas, recordações do tanto de suas vidas dedicado ao submarino AMAZONAS".

O último comandante recebe a sua flâmula de comando. Não por acaso, mas certamente por inspiração divina, ele foi o oficial mais moderno da tripulação de recebimento, um daqueles dois que não eram ainda submarinistas. Por ser o mais moderno foi, também, o primeiro oficial de serviço do AMAZONAS.

6 - Isto mostra a importância de dispormos de um simulador de imersão no CIAMA.

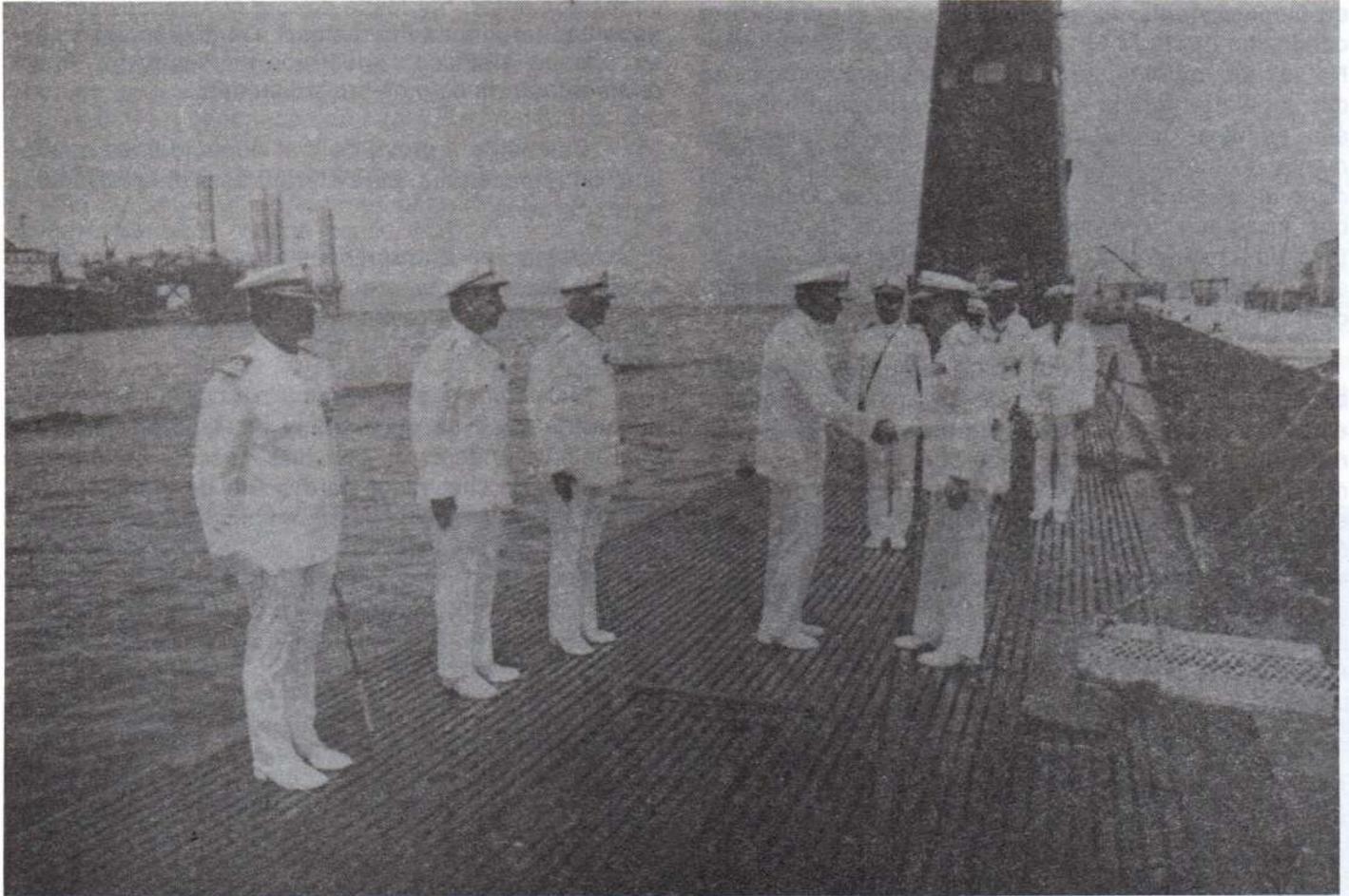
7 - Estes torpedos tiveram que ser recebidos após as provas de mar, pois era esperado que aparecessem problemas que teriam que ser corrigidos no arsenal, e não poderíamos lá atracar com aquele tipo de armamento a bordo.

8 - O pessoal do Grupo Chave permaneceu 20 meses no exterior e o pessoal do Grupo Complementar 18 meses. Apesar disto, oficialmente, a comissão foi inferior a 6 meses.



De algum modo parece que a tripulação de recebimento cuidara do VELHO BARCO até o seu momento final.

Goze do seu merecido repouso, meu velho e querido submarino. Afinal, após quase 19 anos, 117.886.8 milhas navegadas, 986.5 dias de mar e 10.763 horas e 57 minutos de imersão, você merece.



Mostra de Desarmamento do S. AMAZONAS

A RESPIRAÇÃO NO MERGULHO

REVISTA SKIN DIVER
Colaboração da Escola de Mergulho

Difícilmente, no dia a dia, pensamos sobre o ato de respirar. Vivemos, de certa forma, despreocupados com o complexo sistema que governa a absorção de oxigênio e a liberação de gás carbônico. Como seres terrestres, nosso ritmo respiratório é automaticamente determinado pelo sistema nervoso – a parte do cérebro que controla o movimento involuntário e inconsciente dos músculos, expandindo e contraindo nossos pulmões. É realmente interessante conhecer melhor o processo. Nosso ritmo respiratório aumenta quando subimos um lance de escadas ou corremos. O ritmo diminui quando dormimos ou sentamos para ver televisão. Tudo isto automaticamente, sem que nos preocupemos.

Respirar mergulhado é uma outra história. Nós, humanos, evoluímos como criaturas dependentes de ar, designadas para andar na posição ereta. Respirar mergulhado não fazia parte do projeto original. É para o homem algo não natural, sendo, porém, muito agradável quando aprendemos e dominamos esta prática. Quando mergulhamos, o ritmo involuntário e normal da respiração tende a parar, transformando-se num esforço consciente já que esta sensação é totalmente nova. Muitas dúvidas ocorrem ao mergulhador (MG): Quão rápido devo respirar? Quão profundo devo inspirar? Com que rapidez devo exalar?

Colocado de forma simples, respirar mergulhado deveria ser tão normal e natural quanto fazê-lo na superfície.

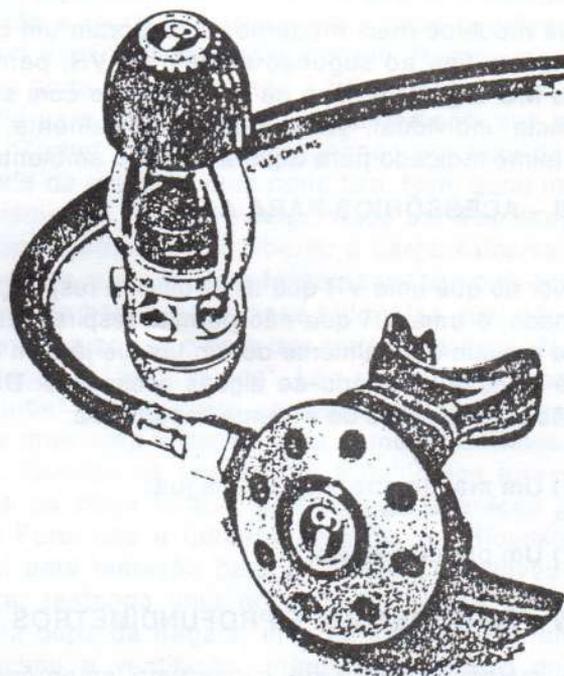
Existe uma variedade de truques e técnicas especiais para atingir este objetivo. A forma como se respira e o equipamento usado para tal, podem tornar o mergulho infinitamente mais agradável e seguro.

I – O EQUIPAMENTO

O conjunto “agualung”/válvula reguladora (VR) é responsável pelo fornecimento de ar ao mergulhador. O primeiro, armazenando o ar. O segundo, permitindo ao mergulhador respirar normalmente na pressão ambiente.

Os tanques de alta pressão são construídos em aço ou alumínio – mais comum – tendo como diferença básica o volume. Os volumes mais encontrados

são os de 80 e 72 pés cúbicos, com uma pressão máxima de trabalho de 3000 PSI. Existem tanques menores com 50, 63 e 68 pés cúbicos, todos com a mesma pressão de trabalho de 3000 PSI. O mais importante é certificar-se de começar qualquer mergulho sempre com um tanque cheio.



Válvula Reguladora

As válvulas reguladoras apresentam uma gama maior de diferenças dependendo do modelo, fabricante, afetando diretamente o conforto ao se respirar mergulhado.

Um bom exemplo é o bocal da VR, o ponto de contato entre o mergulhador e a VR. Um bocal incômodo pode trazer irritações à mucosa da boca. Também existem as preferências pessoais, determinando qual o tipo de material do bocal entre os disponíveis no mercado: silicone, neoprene, silicone grafitado ou borracha. Todo MG deve procurar um bocal que melhor se adapta à boca.

O primeiro estágio da VR deve possuir conexões para as mangueiras do segundo estágio, do profundímetro ou do colete, que não restrinjam os movimentos do MG, dando a sensação de perda do segundo estágio, a cada movimento de sua cabeça.

II – O CONTROLE DO FLUXO DE AR

Um MG necessita de ar suficiente em qualquer profundidade, sendo, por outro lado, extremamente desagradável um fluxo de ar incontrolável ao entrar na água. O fluxo correto é determinado na maioria das VR, através de uma válvula balanceada interna, esteja o MG a 20 ou 120 pés, e o "agualung" carregado a 300 ou a 3000 PSI. Este ajuste automático ocorre no interior da VR, aonde não pode ser visto.

Os modelos mais modernos incorporam um botão de ajuste fino ao segundo estágio da VR, permitindo ao MG regular o fluxo de ar de acordo com sua preferência individual, resguardado, obviamente, o fluxo mínimo indicado para aquela pressão ambiente.

III – ACESSÓRIOS PARA A VR

Pior do que uma VR que torne difícil a respiração mergulhado, é uma VR que não permita respirar. Esta situação provém normalmente de um tanque já sem ar, o que é evitável utilizando-se alguns acessórios. Dois deles são considerados de extrema importância:

- 1) Um manômetro a prova d'água.
- 2) Um profundímetro.

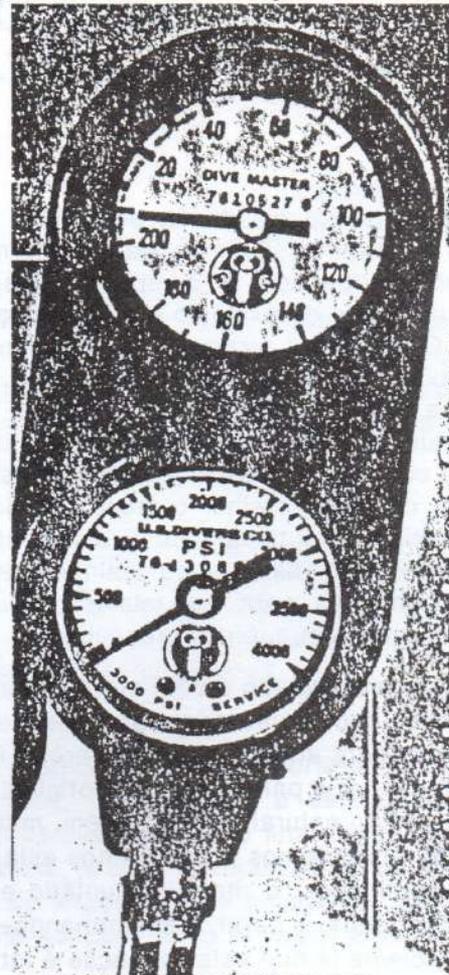
IV – MANÔMETROS E PROFUNDÍMETROS

A melhor maneira de evitar uma emergência causada por falta de ar é monitorar a "rate" de consumo de ar com o auxílio de um manômetro e um profundímetro. Os dois instrumentos estão interrelacionados, pois o consumo de ar é função tanto da profundidade quanto do ritmo respiratório individual.

Atualmente, a combinação em um console dos dois instrumentos é bastante usada. O console é conectado à saída de alta pressão do primeiro estágio. Desta forma, fica eliminada a colocação de instrumentos fixos ao pulso do MG, facilitando o acesso às informações necessárias ao mergulho.

O manômetro e o profundímetro podem ser tão simples quanto se queira, desde que funcionem confiavelmente. Os modelos mais antigos possuem informação analógica com um ponteiro indicador. Os modelos de última geração constituem-se em compu-

tadores com informação digital e fornecem uma grande quantidade de informações sobre o mergulho.



Console com Profundímetro e Manômetro

V – O RITMO RESPIRATÓRIO

Como devemos respirar mergulhado? Quando submerso respira-se normalmente num ritmo semelhante ao usado na superfície. Para isto, deve-se estar tão relaxado quanto possível. A respiração deve levar os pulmões a meia capacidade. Nunca inspire de forma a encher os pulmões completamente. Este procedimento solicitará um esforço extraordinário e dará ao MG uma tendência de flutuabilidade positiva.

Por outro lado, nunca inspire muito levemente. Deve-se ventilar os pulmões de forma a haver numa troca adequada entre oxigênio e gás carbônico. A inspiração traz um ar rico em oxigênio e a expiração libera um ar saturado em gás carbônico.

O ritmo respiratório é tão importante quanto a quantidade de ar que se inspira. Nunca respire muito rapidamente, o que levaria o MG à hiperventilação, à sensação de tortura, ao desconforto dentro d'água e

possivelmente do pânico. Por outro lado, nunca "poupe" a respiração (inspirar e efetuar uma apnéia de 30 a 60 seg), o que levaria a um aumento da taxa de gás carbônico, perda de consciência e possivelmente a uma doença descompressiva. O ritmo respiratório deve ser suave e compassado. Principalmente na descida ou durante deslocamentos pelo fundo.

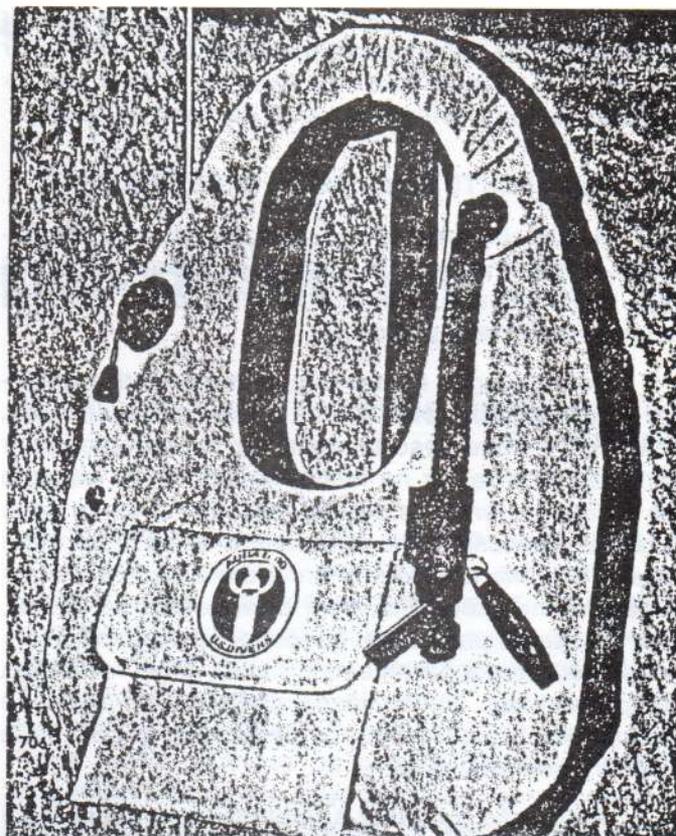
Havendo necessidade de aumenta-se o esforço físico (nadando contra corrente), será necessário aumentar o esforço e o ritmo respiratório, para atender à nova situação. É importante antecipar-se à mudança, ajustando a respiração antes de sentir a necessidade compulsória de mais ar. Desta forma, antecipando-se às necessidades de oxigênio do organismo, evita-se uma respiração pesada ou uma hipoventilação, face à diferença entre a "sede de ar" e o fluxo fornecido pela VR. Sobretudo, nunca prenda a respiração ao deslocar-se diminuindo a profundidade. Deve-se fazer um esforço consciente para exalar antes de iniciar a subida.

VI - SITUAÇÕES DE RESPIRAÇÃO SUSPENSA

Todo manual de mergulho autônomo e todo instrutor ensinam enfaticamente: "Nunca prenda a respiração quando mergulhado". Todavia, há momentos em que todo MG momentaneamente prende a respiração. É uma tendência natural, que ocorre quando o MG está concentrado em uma atividade específica. Por exemplo, ao tentar desalagar sua máscara, o MG inspira profundamente, prende a respiração, vira a cabeça para cima e exala pelo nariz. Neste momento, o MG deve cuidar para não subir involuntariamente.

Uma outra situação potencialmente perigosa é a tentativa do MG em equalizar os ouvidos pela manobra de Valsalva. Por ela, prende-se a respiração ao mesmo tempo que se tenta exalar pelo nariz.

Fotografia e filmagem submarina também levam o MG a uma leve pausa respiratória, sempre que acionam os disparadores das câmeras. Também os MG quando inflando ou desinflando o colete compensador ou respirando a dois, por vezes esquecem de exalar. Nenhum dos casos citados se constitui em problema, desde que o MG permaneça numa mesma profundidade. Porém, se o MG estiver subindo despercebidamente, as chances de uma hiperdistensão pulmonar tornam-se grandes. A hiperdistensão dos pulmões pode resultar em uma série de síndromes, algumas fatais. Podem ocorrer desde um enfisema subcutâneo, de menor gravidade até uma embolia traumática pelo ar, de conseqüências mais sérias.



Colete Compensador

VII - COMO EVITAR A HIPERDISTENSÃO PULMONAR

Existem algumas maneiras de se evitar uma interrupção accidental da respiração:

- 1) Utilize o cabo de fundeio ou um cabo de fundo para referência e controle de profundidade, enquanto executa exercícios básicos mergulhado. Segure-se ao cabo com a mão esquerda enquanto, por exemplo, desalaga a máscara com a direita.
- 2) Utilize a mesma técnica para equalizar os ouvidos. Inicie a equalização antes de sentir qualquer dor.
- 3) Da mesma forma, para ajustar o seu colete equilibrador, inflando-o ou desinflando-o, deve-se segurar o cabo. Se acidentalmente encher o seu colete excessivamente, o MG estará bem posicionado com tempo suficiente para desinflar o colete.
- 4) Quando estiver fotografando ou filmando, mantenha controle constante de sua profundidade. Uma maneira, é manter o console de instrumentos nivelado com a câmera. O MG monitora a profundidade com o olho esquerdo e enquadra o objeto a ser fotografado com o direito.

5) Se ocorrer uma emergência de falta de ar e for necessária uma subida compartilhando o ar, tente subir sempre pelo cabo de fundo ou cabo de fundeio, de forma a manter uma referência visual da "rate" de subida.

VIII – FLUTUABILIDADE E A RESPIRAÇÃO

A fluuabilidade e a respiração, quando mergulhado, estão criticamente interrelacionadas. Se o MG está muito pesado, ele terá a tendência a inflar os pulmões a plena capacidade.

Esta situação combinada com a tentativa em inflar o colete pode levar a uma subida descontrolada. O MG com muito peso também faz um esforço maior para não se arrastar no fundo, muitas vezes batendo em recifes. A tentativa de não arrastar no fundo pode levar ao desconforto e à exaustão física. Por outro lado, MG muito leve tem enorme dificuldade em manter a profundidade. Fica com a tendência de flutuar, com as pernas para cima, despendendo grande quantidade de energia para descer. O MG muito leve tenta compensar sua fluuabilidade positiva, por meio de respirações rápidas e pouco profundas, o que pode levar à hiperventilação.

A solução é buscar a fluuabilidade neutra com uma respiração normal. Se o MG está com o peso adequado, o controle da fluuabilidade é facilmente efetuado por uma leve alteração no volume de ar inspirado. Para atingir à fluuabilidade neutra devemos, inicialmente, estar relaxados. Use a menor quantidade de chumbo possível. Nunca fique a depender do colete para ajustar a fluuabilidade, mas, retire gradativamente os chumbos extras – um de cada vez – até atingir a neutralidade. Ao esvaziar os pulmões o MG deverá ter a tendência a afundar. Se inspirar um pouco além do normal, o MG tenderá a subir. Nesta situação, o colête deverá ser usado, prioritariamente, como equipamento de flutuação individual em emergência e não como compensador de lastro.

IX – CONSUMO DE AR

Acompanhamento continuado e cálculo do consumo de ar é uma das técnicas mais importantes no mergulho autônomo. A regra fundamental é nunca ficar sem ar.

Uma regra básica em mergulho é voltar para a embarcação de apoio ou para a praia com pelo me-

nos 500 PSI. Este procedimento dá ao MG uma margem de segurança no caso de uma emergência de última hora. Para cumprir esta norma de maneira precisa deve-se observar três regras:

- 1) Monitore constantemente sua reserva de ar.
- 2) Determine sua "rate" de consumo de ar.
- 3) Calcule quando é o momento exato de retornar e nade para o barco ou para a praia.

É quando os instrumentos de mergulho desempenham um papel vital. Para um efetivo controle do consumo de ar deve-se cumprir o seguinte:

– Primeira e principalmente, sempre inicie o mergulho com o tanque cheio. Nunca utilize a mesma garrafa sem recarregar, pois nunca se sabe o que pode acontecer mergulhado.

– Verifique constantemente seu manômetro. Ele deve ser checado a cada cinco minutos. Também monitore o seu profundímetro. Quando mergulhado em grandes profundidades observe o manômetro com maior freqüência. O consumo de ar aumenta enormemente com a profundidade. O mesmo vale quando nadando ou trabalhando contra a corrente. O consumo de ar pode dobrar nestes casos.

– Ao iniciar o mergulho, deduza mentalmente 500 PSI da leitura do tanque. Esta é a sua margem de segurança que deve permanecer intocada. Por exemplo, se iniciar o mergulho com 2500 PSI, diminua 500 PSI. Desta forma sobram 2000 PSI para seu consumo no mergulho.

– Para determinar o momento de retornar, divida o ar para consumo por dois. Termine sua excursão na metade do ar calculado – neste exemplo, 1000 PSI seria o limite para retornar.

– A regra dos 50 por cento funciona para mergulhos normais com pouca ou nenhuma correntada. Se houver correntada, deve-se iniciar a excursão nadando contra a corrente. O regresso exigirá menos esforço e portanto menos ar.

Respirar de forma segura e confortável mergulhado é uma combinação de bom equipamento, boa técnica e muito bom senso. Desta maneira, respirar mergulhado torna-se tão fácil quanto fazê-lo na superfície.

NOVAS AQUISIÇÕES PARA BIBLIOTECA MELLO MARQUES DO CIAMA

— LIVROS

75 ANOS – Fuerza de Submarinos
(Armada do Chile)
Janela de Johari
Excelência de Serviços Públicos
Comex Medical Book II
French Submarines – One Century Of Experience
Sharks And Survival
The Admiralty Regrets
Mergulho na Noite
Viagens ao Fundo dos Mares
Cabeça de Lobo
A Alemanha de Hoje
O Herói Solitário

ASSINATURAS DE REVISTAS:

— Proceedings
— International Defense Review
— Soldier Of Fortune
— Skin Diver
— Navy International
— Defense
— Maritime Defense
— Jane's Defense Weekly
— The Submarine review

"O PERISCÓPIO" é uma publicação da Força de Submarinos da Marinha do Brasil.

Publicada anualmente, tem por finalidade precípua a divulgação de conhecimentos profissionais e fatos que interessem àqueles que estejam ligados funcional ou mesmo afetivamente às atividades que dizem respeito à Força de Submarinos.

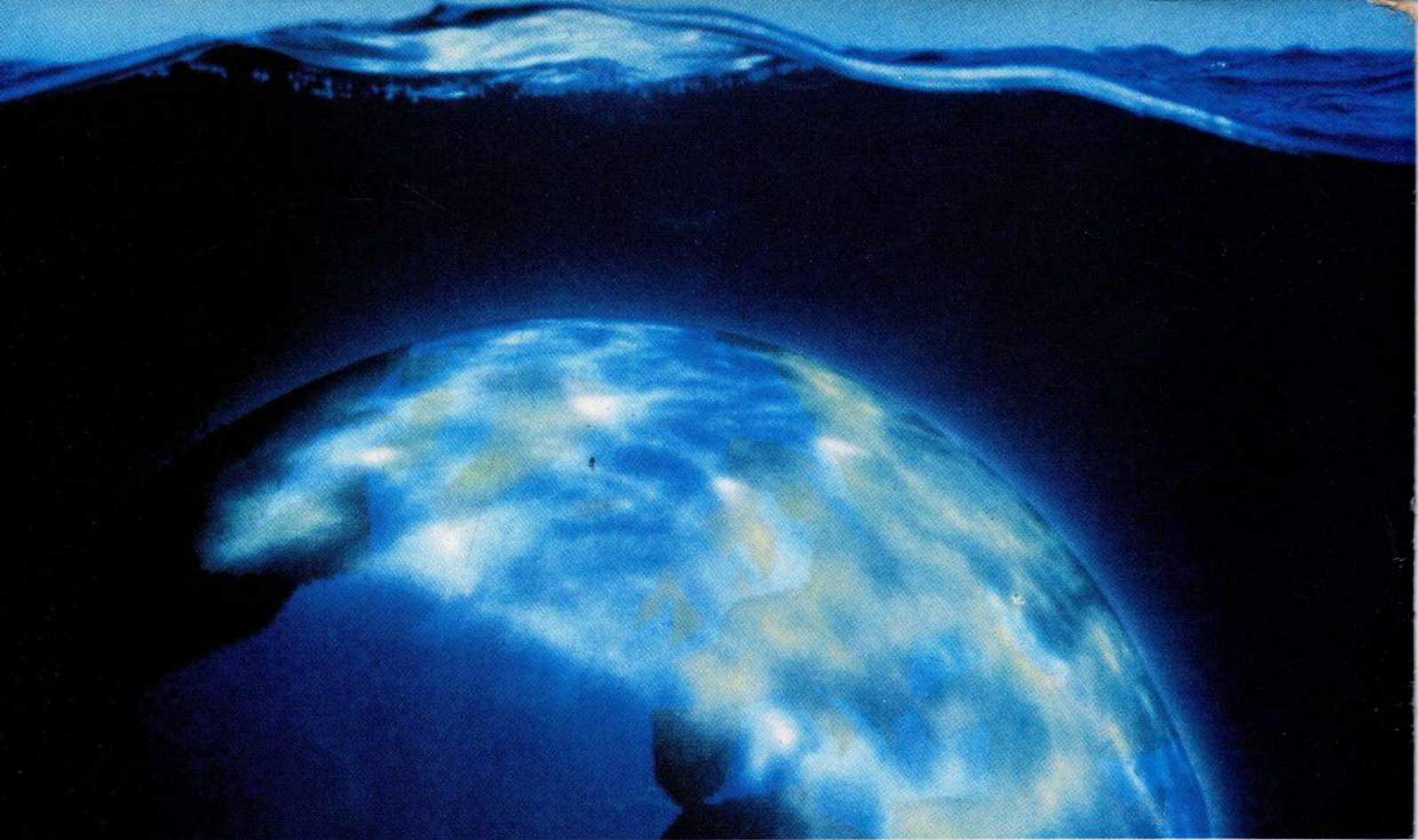
Como instrumento de relações públicas, pretende servir à difusão da cultura naval, de incentivação da mentalidade marítima, de ação cívica, de esclarecimento público, de informações de cunho histórico e de manutenção das tradições da Força de Submarinos.

Os artigos e conceitos emitidos nos textos publicados em "O PERISCÓPIO" são da responsabilidade de seus autores, não representando, obrigatoriamente, o pensamento oficial da Marinha do Brasil.

A reprodução, total ou parcial, de seus artigos é autorizada desde que citada a fonte.

A distribuição de "O PERISCÓPIO" é feita pelo Comando da Força de Submarinos, sediado na Ilha de Mocanguê Grande, Rio de Janeiro.

A REDACÇÃO



THOMSON SINTRA ASM. O MAR É NOSSO DOMINIO.

A missão atribuída à Thomson Sintra ASM é clara : fornecer a sua experiência e a sua tecnologia de ponta na luta submarina para garantir a segurança dos mares.

Quarenta anos de experiência, filiais e associadas no Mundo inteiro, colocam-nos entre os três primeiros nesta área.

O nosso domínio na técnica de luta submarina, fez de nós os primeiros exportadores mundiais em sistemas de sonares, os leaders incontestados em caça minas e um dos melhores especialistas no tratamento de informações táticas.

Seja qual fôr o tipo de plataforma, Thomson Sintra ASM sabe definir com o cliente, o sistema de combate mais apropriado à sua necessidade operacional.

 **THOMSON-CSF**
WORLD-CLASS ELECTRONICS