



O PERISCÓPIO

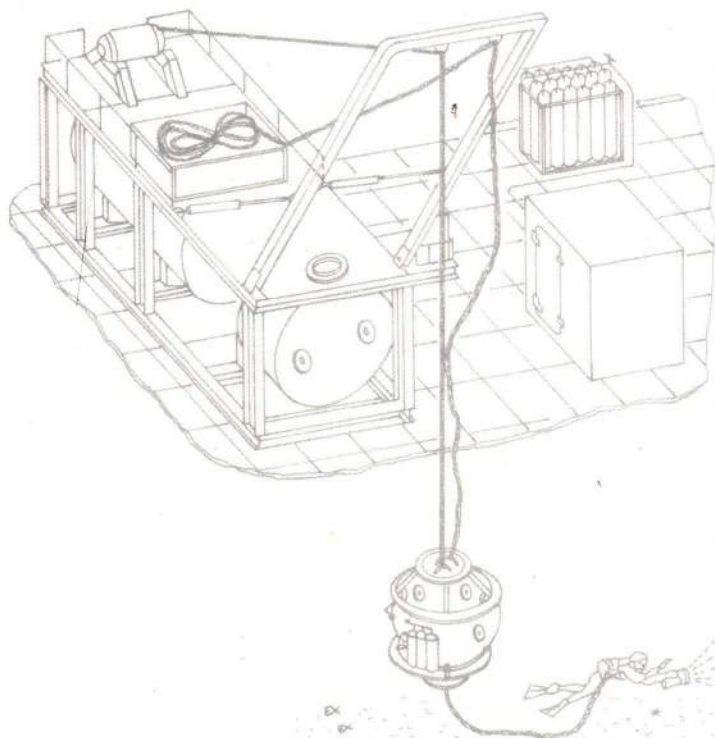
Nº 43 ANO XXVII



ANTONINO.

TECNOSUB SA

Engenharia e Serviços Submarinos

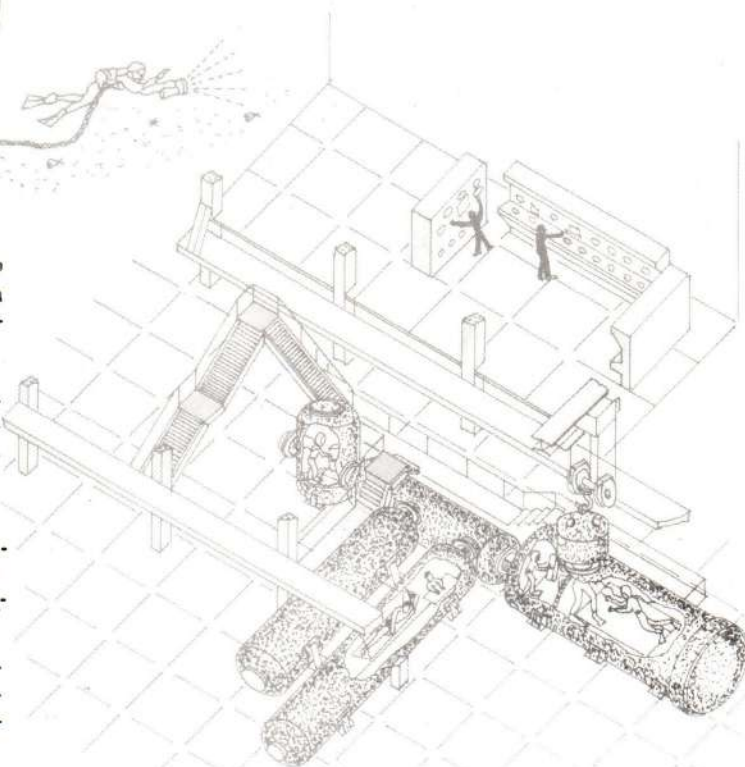


CENTRO HIPERBÁRICO

A TECNOSUB, conforme contrato DEPER 061/85, está fornecendo um CENTRO HIPERBÁRICO que será operado pela MARINHA BRASILEIRA (C. I.A.M.A.) na Ilha de Mocangüê para treinamento de mergulhadores e qualificação de soldadores e procedimentos de soldagem para até 500msw, e testes de equipamentos para trabalhar em profundidades de até 1000 msw.

O projeto e fabricação dos componentes terão certificados da ABS e o sistema todo terá um índice de nacionalização de 80%.

Atualmente em fase de montagem e interligação dos vários sub-sistemas, o CENTRO HIPERBÁRICO deverá entrar em operação em abril de 1988.



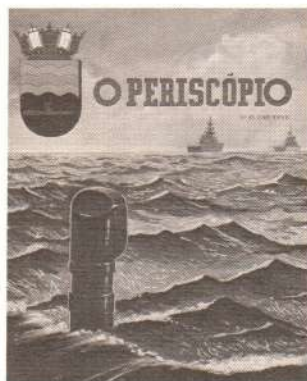
Áreas de atuação

- Engenharia Submarina
- Apoio à prospecção, perfuração e produção de petróleo com serviços de mergulho saturado de alta profundidade a bordo de DSV com posicionamento dinâmico
- Corte e solda submarina
- Lançamentos, enterramentos e reparos de dutos e cabos
- Inspeções submarinas
- Derrocamentos e demolições
- Limpeza mecânica e a jato
- Manutenção e reparo de estruturas
- Sondagens geológicas
- Dragagens
- Testes não destrutivos (N.D.T.)
- Serviços de intervenção e inspeção com ROV's e mini-submarinos.

TECNOSUB S.A

Engenharia e Serviços Submarinos

Rua do Alho, nº 1113 - Penha
Rio de Janeiro - RJ - Brasil
Tel: 590.0052 - Telex: (021) 31363 TSUB BR.



Capa: Reprodução artística de um navio de superfície sendo acompanhado, sem ter notado, pelo periscópio de um submarino. Pintura de Antonio Homobono Balieiro (Artista Plástico)

O PERISCÓPIO
ANO XXVII — Nº 43
1989

EXPEDIENTE

Comandante da Força de Submarinos

CA Carlos Augusto Bastos de Oliveira

Comandante do Centro de Instrução e Adestramento

Alte Attila Monteiro Aché

CMG Luiz Sergio Silveira Costa

Redatores

CMG Luiz Sergio Silveira Costa

CC Arlei Caetano Franco

Fotografia

3º SG-MC Erivaldo Naja

Supervisão Gráfica

José Luiz Lima Seguro

Projeto e Diagramação

Célia Maria Barros Gutiérrez

Arte-Final

Marcos Mendonça de Moraes

Revisão

Ana Regina Cyrillo Gomes

Gerson Mattos Pereira

Mauro da Silva

Composição, Fotolito e Impressão

Imprensa Naval

Sumário

BOAS VINDAS AO CASO 88	2
AULA INAUGURAL DO CASO 88	3
SUBMARINO DE PROPULSÃO NUCLEAR	6
REVOLUÇÃO TECNOLÓGICA SUBMARINA	10
PRESENTE E FUTURO DE SUBMARINOS NÃO NUCLEARES	13
O MERCADO DE SUBMARINOS. PERSPECTIVAS PARA O BRASIL	17
TR-1700	20
COMUNICAÇÕES COM SUBMARINOS. TECNOLOGIA ATUAL. PODERIA SER UTILIZADO O BRASILSAT PELA MB?	26
HIDROGÊNIO: UM NOVO GÁS PARA O MERGULHO PROFUNDO. CARACTERÍSTICAS E RESULTADOS GERAIS DA OPERAÇÃO HYDRA IV	32
SIMULADORES DE IMAGENS PARA PERISCÓPIOS	37
AS IMPLICAÇÕES DOS TORPEDOS NUCLEARES	39
PERISCOPADAS	43

BOAS VINDAS — CASO 1988

— Com o privilégio que tenho de ser o Comandante do CIAMA, gostaria, inicialmente, de agradecer ao Exm.º Sr. Comandante da Força de Submarinos, Contra-Almirante DOMINGOS, por ter aceito o convite do CIAMA para dar a aula inaugural do curso, o que muito nos honra. Agradecer, também, ao Exm.º Sr. Assistente-Marinha da Escola Superior de Guerra, Contra-Almirante HALPERN, ex-Comandante do CIAMA e ao Exm.º Sr. Chefe do Estado-Maior da Esquadra, — e representante do COMENCH — Contra-Almirante LACERDA, pelas suas presenças nesta cerimônia.

Além disso, agradecer a presença de Comandantes dos navios e órgãos subordinados ao Comando da Força de Submarinos e do representante da Diretoria de Ensino da Marinha.

Hoje é um dia extremamente feliz para todos nós do CIAMA, pois estamos iniciando a nossa mais importante tarefa, o Curso de Aperfeiçoamento de Submarino para Oficiais. Dos cerca de cinqüenta cursos e adestramentos proporcionados pelo CIAMA, o CASO é o nosso curso mais significativo.

Estamos felizes, também, por iniciar um CASO com 16 alunos, a capacidade máxima do curso, fato que não ocorre há muitos anos, precisamente desde 1973.

Certamente que é um dia feliz, da mesma forma, para os Oficiais-alunos que hoje iniciam o curso. Ultrapassaram o primeiro obstáculo, que foi o difícil processo seletivo. Enfrentaram as poucas vagas oferecidas, os rigorosos exames médico e psicológico e os testes no tanque de salvamento e na câmara de recompressão. Muitos colegas seus, que aqui gostariam de estar agora, não conseguiram ultrapassar esses primeiros dos muitos desafios que os senhores vão enfrentar daqui em diante.

Que a vitória de hoje seja ponto de partida para novos êxitos, para vencer os próximos obstáculos que terão pela frente, a parte teórica do curso, com suas provas práticas e teóricas, a fase de qualificação a bordo e o exame final do curso, coroando todo o longo e custoso aprendizado.

Para isso, eu os exorto a que se empenhem, se dediquem e que tenham, sobretudo, entusiasmo.

O entusiasmo, essa palavra mágica, tem origem na palavra grega *entheos*, que significa Deus em você ou cheio de Deus, e que parece querer dizer que é Deus que nos dá a força impulsora para suplantar obstáculos e vencer desafios.

E o entusiasmo que nós submarinistas temos por esses navios negros é uma coisa talvez irracional, mas inteiramente real. Ele talvez possa ser explicado pelo fato de que o submarino é a mais formidável arma de guerra da atualidade e o componente indispensável de qualquer Marinha que pretenda ser forte e respeitada. Também pode ser explicado pela qualidade do pessoal que tripula os nossos submarinos. Eu citaria aqui uma frase dita pelo primeiro Comandante do segundo submarino nuclear da Marinha americana — USS SKATE — e primeiro submarino a ir à superfície na calota polar, Capitão-de-Fragata JAMES CALVERT, no livro por ele escrito — PÓLO NORTE, IMERGIR — e que está na biblioteca do CIAMA: "A vida de um tripulante de submarino, além de raras vezes rotineira, ainda oferece algumas recompensas ponderáveis. A mais importante delas é o privilégio de estar associado a um grupo de homens que, no tocante a coragem, competência e ousadia, têm poucos iguais".

Finalmente, desejo que a alegria de que hoje nós e os senhores Oficiais-alunos somos possuídos se renove no final deste ano/início do próximo, quando espero que todos estejamos reunidos nesta mesma sala, com os mesmos 16 Oficiais-alunos, para a cerimônia de encerramento do curso, quando teremos a satisfação de lhes entregar o diploma do curso e outorgar o tão almejado distintivo de submarinista.

Na nossa vida nos acostumamos a não dar valor às coisas que nos vêm com demasiada facilidade. E o distintivo, pelo desafio que impõe, será, certamente, motivo de justo orgulho para o resto de suas vidas.

Que sejam felizes.

LUIZ SÉRGIO SILVEIRA COSTA
Capitão-de-Mar-e-Guerra
Comandante

Aula Inaugural do "CASO 88"

12/FEV/88

CAItE DOMINGOS PACÍFICO CASTELLO BRANCO FERREIRA
Comandante da Força de Submarinos

Não é porque as coisas são difíceis que não ousamos.
É porque não ousamos que as coisas são difíceis.

SÊNECA

Srs. Almirantes

Srs. Comandantes e Oficiais

Senhores Oficiais-Alunos da Turma 88 do Curso de Aperfeiçoamento de Submarinos para Oficiais.

A praxe, há muitos anos estabelecida na nossa Força de Submarinos, é que o seu Comandante venha proferir a aula inaugural do Curso de Aperfeiçoamento de Submarinos para Oficiais. Tal procedimento tem várias implicações funcionais e pessoais que vale a pena ressaltar.

No plano funcional, esta apresentação possibilita o primeiro contato do Comandante da Força com os novos Oficiais, que iniciam seus passos no fascinante e desafiador ambiente submarino. É importante que o Almirante se dirija aos Tenentes. Isto é verdadeiro em ambos os sentidos, ou melhor, é de grande valia tanto para os Tenentes como para o Almirante.

É nesta ocasião ora vivida que surge a oportunidade de um contato direto entre duas gerações de marinheiros, de uma interação profícua entre a experiência e a moderação do mais velho e a ânsia vital e a inquietação intelectual dos jovens. Por isso, pretendo aproveitar o momento para transmitir aos senhores Oficiais-Alunos, aos futuros submarinistas, tanto um pouco dessa experiência, adquirida em centenas de dias de mar e milhares de horas de imersão, como também e principalmente o entusiasmo pela arma submarina, o qual se renova e amplia no meu coração a cada dia, após 27 anos de serviço nesta Força.

Sob o ponto de vista pessoal, tal oportunidade é também permeada de emoção. Para os Tenentes, ela representa o primeiro contato com a especialidade pela qual optaram. É um mundo diferente que se abre perante seus olhos, com toda a fascinação das experiências novas e com a eterna chama do desafio experimentado perante o desconhecido, desafio que jamais desaparecerá ao longo dos anos de serviço nos submarinos.

Para o Almirante, a ocasião é, da mesma forma, cheia de significado, pela convivência vivificante com os jovens oficiais e pela identificação da rapidez com que corre o tempo. Na realidade, ao dizer estas palavras, constato o quão pouco ainda resta para mim no contato direto com a Força de Submarinos, nesta última oportunidade de aqui servir. Trata-se de uma consequência lógica da evolução de uma carreira e de uma vida, mas é sempre uma experiência difícil de se enfrentar.

Bons companheiros, alunos do CASO 88:

Se os Srs. tiverem a curiosidade de folhear as sucessivas edições anuais das publicações especializadas que, desde cerca de um século, listam e descrevem os navios de guerra do mundo, dentre outros fatos de interesse profissional, constatarão a evolução daquele que é chamado navio capital.

Assim é que o encouraçado aparece, do final do século passado até o início da Segunda Guerra Mundial, como o navio mais importante das esquadras, como o elemento básico para se travar a batalha decisiva, como o grande fator de determinância estratégica, atingindo ao ápice de seu emprego na Primeira Guerra Mundial. Em outras palavras, ele foi o navio capital desse período, só combatível por outro Encouraçado com características idênticas.

O advento da aeronave e o seu emprego intenso na guerra do mar, no último conflito global, provocou a substituição do Encouraçado pelo navio-aeródromo, como a unidade mais importante das esquadras. De fato, basta perpassar os olhos sobre os encontros navais mais importantes daquela guerra, para se constatar o real significado que o avião passou a ter nos seus resultados. Por via de consequência, a plataforma que os opera, o navio-aeródromo, passou a ser o elemento decisivo no mar, isto é, o navio capital.

Os submarinos, surgidos no início do século, já então com alguma capacidade militar, participaram intensamente de ambas as Guerras Mundiais, afundando muito maior tonelagem que qualquer outro navio de guerra. Contudo, sob a ótica das Marinhas vitoriosas envolvidas, sua atuação não foi considerada decisiva em ambos os conflitos, pois afetou materialmente menos as esquadras do que a navegação mercante. Os grandes navios de superfície e o avião, com seus feitos espetaculares, impressionaram muito mais as retinas do leigo e dos profissionais do mar não submarinistas.

Neste ponto é importante considerar a evolução da arma submarina, no período entre o início do século e o final da Segunda Guerra Mundial. É um fato inegável que ela muito se desenvolveu desde os primeiros submersíveis com motores a gasolina, até os grandes submarinos diesel-elétricos, que fizeram as campanhas do Atlântico e do Pacífico, entre 1939 e 1945.

Já ao final da Segunda Guerra Mundial, as unidades dotadas de esnorquel estavam no limiar de se tornarem verdadei-

ros submarinos. Em outras palavras, até então eles eram navios que navegavam grande parte do tempo na superfície e mergulhavam para atacar com torpedos ou para se ocultarem. Muitas vezes ainda usaram o canhão para afundar suas presas.

O grande passo que concretizou o sonho de todos os submarinistas e — por quê não dizê-lo — de todo jovem, ao sonhar com as aventuras até então impossíveis do “Nautilus” de Jules Verne, foi o advento da propulsão nuclear, na primeira metade dos anos cinquenta. Tal fato possibilitou o surgimento do verdadeiro submarino, daquela unidade de combate que pode permanecer meses mergulhado, que tem velocidades superiores às dos navios de superfície, que tira total partido das oportunidades de surpresa que a ocultação permanente lhe assegura.

As publicações especializadas de hoje, nas páginas referentes às Marinhas de cada país, trazem os submarinos em primeiro lugar, como os navios capitais, como aquelas unidades que podem decidir os conflitos ou influir decisivamente sobre eles. Aliás, o advento dos grandes submarinos dotados de mísseis balísticos, com ogivas nucleares múltiplas, fez com que o emprego dessas plataformas extrapolasse às atribuições dos estrategistas navais e passasse a depender de decisões a nível de estratégia nacional, tomadas diretamente pelos chefes de estado.

É importante, também, chamar a atenção para o significado militar do submarino nuclear de ataque, o qual, por ser dotado de torpedos de grande alcance e de mísseis táticos e de cruzeiro, é decisivo tanto no plano operativo, como no estratégico. Para citar somente um exemplo real e recente, vale mencionar o papel dos poucos submarinos nucleares de ataque no conflito das Malvinas, cuja atuação imobilizou as unidades de superfície inimigas nos portos, abrindo caminho para as ações navais subseqüentes, que permitiram a retomada do arquipélago.

Portanto, já é possível ressaltar, a esta altura, o extraordinário significado profissional da escolha feita pelos jovens Tenentes aqui presentes e que hoje iniciam o CASO. Para tanto, já seriam suficientes somente os fatos genéricos citados, referentes à evolução dos submarinos no mundo naval das outras Marinhas.

Contudo, se nos debruçarmos sobre a história da nossa Força de Submarinos e suas perspectivas de evolução, há também grandes e justos motivos para parabenizar os oficiais alunos do CASO 88, por sua opção, assim como para antever-lhes um futuro próximo de plena realização profissional e também perspectivas extremamente promissoras a prazo mais longo.

Em primeiro lugar, a Força de Submarinos constitui um dos segmentos da Marinha com tradição e espírito de corpo mais fortes. Há 73 anos que gerações selecionadas de oficiais e praças dedicam-lhe toda a sua capacidade profissional e — o que é mais importante — todas as fibras e impulsos de seus corações e mentes.

A família submarinista, em cujo seio os oficiais — alunos do CASO 88 estão sendo recebidos nesta cerimônia, possui uma história cheia de eventos significativos, a qual se inicia em 1914, com a criação da então Flotilha de Submersíveis e a incorporação dos três primeiros navios, os F-1, F-3 e F-5, de origem italiana.

A evolução natural da técnica levou a que aqueles primeiros submersíveis fossem substituídos na década de trinta, pe-

los três da classe “TUPI” e pelo primeiro “HUMAITÁ”, também de construção italiana. Foi então mudado o nome da “Flotilha de Submersíveis” para “Flotilha de Submarinos”, de acordo com a terminologia da época.

Os submarinos da classe “TUPI” e o “HUMAITÁ” tiveram seu lugar ocupado por navios de origem americana, na segunda metade dos anos 50, ficando a Flotilha reduzida a duas unidades, o “RIACHUELO” e o segundo “HUMAITÁ”. Logo em 1963, foram recebidos mais dois submarinos do tipo “fleet-type”, respectivamente o “RIO GRANDE DO SUL” e o “BAHIA” que substituíram os existentes. É ainda dessa década a mudança do nome da Flotilha para Força de Submarinos, o que é mantido até hoje.

A partir de 1972, começaram a ser recebidos os navios do tipo “guppy”, com maior capacidade de baterias e dotados de esnorquel. Eles foram em um total de sete, dos quais ainda estão em serviço o “BAHIA”, o “AMAZONAS” e o “GOIÁS”, que os Srs. conhecerão muito bem em breve.

Os submarinos da classe “HUMAITÁ”, de origem inglesa, foram construídos para a MB na primeira metade da década de 70 e representaram, na época, uma verdadeira modernização material e tática da nossa Força. Na realidade, eles foram os primeiros navios da Marinha com sistema digital de direção de tiro e significaram um grande salto para quem então só possuía navios de combate com idade média atingindo trinta anos.

Os meios de apoio dos submarinos também evoluíram muito, ao longo da história da ForS. Inicialmente, os classe “F” dispunham do Tender “CEARÁ”, projetado especialmente para atendê-los. Esse navio prestou grandes serviços ao longo de sua existência, abrigando, inclusive, o Comando da Flotilha.

A Base Almirante Castro e Silva foi inaugurada em 1947 e tem evoluído constantemente desde então, até se transformar neste belo e moderno estabelecimento que vai passar a abrigar os Srs. e seus navios por muitos e muitos anos. O CIAMA surgiu em 1964, como Escola de Submarinos, absorvendo as tarefas de instrução e adestramento até então atendidas pela BACS de forma precária. De lá para cá, ele muito se expandiu e aperfeiçoou, com objetivo de preparar cada vez mais e melhor os nossos submarinistas.

Além disso, ainda cabe mencionar o NSS “GASTÃO MOUTINHO”, incorporado em 1973 à Força, o qual tem a tarefa de prestar apoio aos submarinos, assim como socorrer suas tripulações em caso de um eventual acidente. O NSS “GASTÃO MOUTINHO” possui um grupo selecionado de mergulhadores em sua tripulação, a quem cabe essa difícil tarefa e para a qual são necessários grande capacidade profissional e elevado grau de adestramento.

Essas considerações dão margem a que seja mencionada a atividade de mergulho, realizada no âmbito da Força de Submarinos. Ela aqui surgiu após a Segunda Guerra Mundial e vem se desenvolvendo e aperfeiçoando ao longo desses anos todos. Hoje, esta área abrange a formação de mergulhadores em diferentes níveis de capacidade, assim como seu adestramento e emprego em atividades de apoio e em mergulho de combate. Faço questão de mencionar aqui este outro setor da ForS, porque ele, além de estar crescendo e se diversificando, interage intimamente com as atividades dos submarinos. Em conseqüência, é necessário um perfeito entendimento de suas possibilidades e limitações por parte dos submarinistas, assim como é de todo desejável a mais profissional e fra-

ternal convivência com seus integrantes.

Oficiais-Alunos da turma do CASO-88:

Os Srs. representam o futuro da Força de Submarinos, de modo que é importante falar-lhes do que se prevê ocorrer daqui para a frente, em termos de evolução da arma submarina no Brasil.

Cabe, então, uma pergunta preliminar, que se impõe em uma análise prospectiva como esta. A pergunta é: qual será a missão da Força de Submarinos nos anos vindouros? É claro que a resposta a essa questão está contida no que se espera venha a ser o papel da Marinha, no futuro do país. E qual será este papel?

A geração dos Almirantes aqui presentes, ao ingressar no oficialato, há mais de trinta anos, conheceu uma Marinha ainda sob influência direta da Segunda Guerra Mundial. As concepções estratégicas de então, as táticas empregadas e o material disponível, todos refletiam o grande drama internacional vivido poucos anos antes.

Havia, naturalmente, uma influência quase total da Marinha Americana em tudo o que fazíamos, realidade esta — diga-se a bem da verdade — constatada praticamente em todas as Marinhas do mundo ocidental. Tal fato era devido ao extraordinário poder nacional então detido pelos Estados Unidos, o grande vitorioso daquele conflito.

Nós Almirantes, como brasileiros e profissionais do mar, assistimos e participamos como agentes da grande evolução, ou melhor, da verdadeira revolução que ocorreu no país nas últimas décadas, em termos políticos, econômicos, psicossociais e também militares. O Brasil, poderíamos dizer, atravessou sua puberdade nesse período. Ele deixou de ser um país de pouca expressão no cenário internacional, para ascender a firmar-se como um dos seus atores significativos.

Assim é que, no período pós-guerra, crescemos, diversificamos nossa economia, ampliamos os setores de interesse externo, e assumimos atitudes de independência em diversos campos de atividades. Deixamos de ser uma sociedade meramente receptadora de influências externas, para projetarmos nossos valores materiais e espirituais além fronteiras, de forma crescente.

Tal processo não ocorre sem tensões agudas no contexto interno de qualquer nação, o que, até certo ponto, explica a fase tumultuada ora vivida por nossa sociedade. Além disso, ele gera antagonismos e pressões externas, ao interagir com os interesses de outras nações, na busca de espaço cada vez maior na área internacional.

A tendência que se configura — vencido este período de acomodação interna — é no sentido de se acelerar e diversificar ainda mais esse fenômeno de crescimento e projeção do poder nacional. Em conseqüência, devemos esperar uma ampliação das reações no campo internacional, na medida em que atuarmos mais, além das fronteiras físicas do país.

Dessa forma, será cada vez mais necessário o Brasil contar com todo um aparato diplomático e militar, que possa servir de apoio à diversificação e à ampliação dos nossos interesses, tanto no plano regional como mundial. É fundamental, portanto, dispormos, daqui para a frente, de condições adequadas a assegurarem opções próprias em nossas atitudes no campo político internacional. Somente a clara compreensão desse fato possibilitará a adequada formulação estratégica, no sentido de nos instrumentarmos, visando o atingimento desse desiderato.

A Marinha, como parte integrante da nação, evoluiu junto com a sociedade brasileira, vivendo todos os seus sucessos e problemas. Também orientamos o nosso pensamento estratégico na direção de uma crescente independência de atitudes. Esse fato se refletiu diretamente no plano material, onde diversificamos a obtenção de meios e de tecnologia, conforme se constata com o reaparelhamento ocorrido na década de setenta, onde o material moderno foi todo de origem européia. As conseqüências disso também se fizeram sentir de imediato no plano tático e influíram decisivamente nos nossos procedimentos no mar, mediante melhor compreensão e utilização dos meios disponíveis.

Essa busca de liberdade de ação levou a Marinha a voltar-se para o parque tecnológico e industrial nacional, cuja capacitação crescente, em uma relação de causa e efeito, tornou possível o início de um processo de nacionalização ainda pouco diversificado, porém com resultados bastante estimulantes. Assim é que, a partir do início desta década, iniciaram-se projetos de plataformas e sistemas no país, além de serem colocadas as primeiras encomendas de meios de combate em estaleiros privados nacionais.

A Marinha, com essas medidas práticas na obtenção de meios, procura assegurar uma capacitação plena para equipar-se e operar independentemente de injunções externas. Em outras palavras, o desenvolvimento da indústria de construção naval militar no país vem ao encontro da necessidade estratégica de assegurar ao Brasil liberdade de ação no campo político internacional, em defesa dos interesses nacionais quando e onde for necessário.

A arma submarina é, seguramente, um dos instrumentos mais eficazes para a consecução de uma estratégia militar independente em um país como o nosso. Os submarinos, em termos de custo-benefício, representam uma opção de elevado retorno no plano da dissuasão estratégica e da ação tática. Se considerarmos as vastidões marítimas que nos separam de outros continentes e mesmo a extensão das derrotas oceânicas entre nós e nossos vizinhos mais significativos da América do Sul, constatamos haver ampla lazeira de tempo e espaço para a ação adequada e oportuna de submarinos, em caso de necessidade militar.

Essas circunstâncias foram plenamente compreendidas na formulação recente de nossa estratégia naval e delas decorre o programa de construção de submarinos em que estamos engajados. Assim é que veremos a chegada do S "TUPI", ainda este ano, o primeiro de sua classe, cujos companheiros, o "TAMOIÓ", o "TIMBIRA" e o "TAPAJÓS" já têm sua construção assegurada no Brasil.

O S "TUPI" deverá ser o último navio significativo de combate a ser construído no exterior. É importante atentar para este fato histórico. Tal decisão tem inúmeras implicações estratégicas e logísticas, conforme comentamos antes, e obriga a enorme esforço administrativo, tecnológico e industrial. Contudo ela é uma realidade extremamente auspiciosa, mormente para as novas gerações que ora iniciam a carreira naval.

A etapa seguinte do programa prevê o projeto e construção do submarino NAC-I, cujos passos iniciais estão sendo tomados. Sua classe será a primeira de concepção brasileira e com crescentes índices de nacionalização de equipamentos. A execução dessa série associa-se com a anterior, dos classe "TUPI", em termos de uma busca paulatina de capacitação tecnológica, visando à grande meta de construção de

submarinos nucleares antes da virada do século.

Srs. Oficiais-Alunos integrantes do CASO 88:

A turma de que participam é uma das maiores de todos os tempos, na formação dessa elite submarinista. Os Srs. serão os oficiais que guarnecerão e comandarão os classe "TUPI", em um futuro aparentemente distante, mas que chegará de forma inesperadamente rápida.

Alguns dos Srs. também farão parte da oficialidade e serão os Comandantes dos submarinos da classe NAC-I. É bastante provável que, também desta turma, saiam os primeiros Comandantes dos nossos submarinos nucleares. Muito provavelmente, pelo menos um dos Srs., daqui a mais de duas décadas e meia, estará ocupando este pódio, na qualidade de Comandante da Força de Submarinos de então, dirigindo-se à turma do CASO 2014, por ocasião do centenário da nossa ForS.

Cabe, então, a pergunta: Existem perspectivas mais promissoras do que essas? Existe estímulo mais forte para profissionais que abraçam uma carreira voluntariamente e nela procuram a mais desafiadora, a mais instigante, a mais bela das especialidades? O mundo que se abre perante seus olhos, a partir da chegada nesta Força, tem todos os elementos para

assegurar-lhes a plena realização como Oficiais da Marinha e como cidadãos brasileiros.

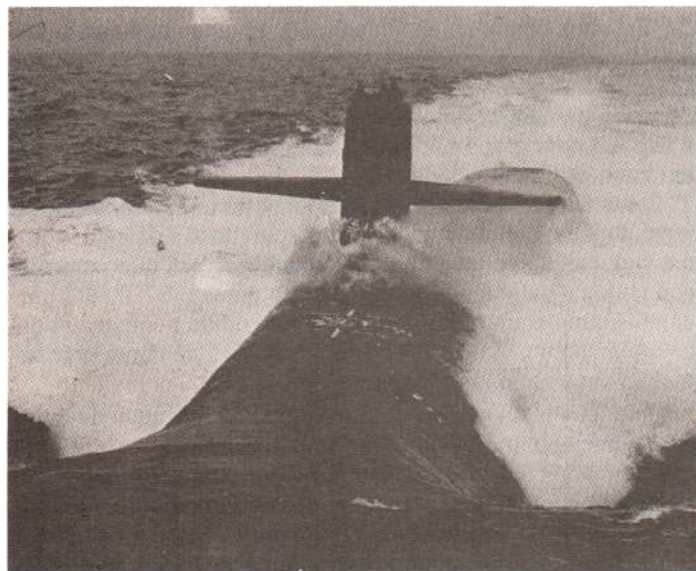
É justo também dizer que tais circunstâncias, ora encontradas pelos Srs., são frutos de um trabalho pertinaz de várias gerações de submarinistas, ao longo dos últimos 73 anos. Na verdade, a pujante realidade atual da nossa ForS e o seu brilhante futuro são resultados, mais que tudo, de muita audácia e ousadia, uma vez que os submarinistas são audaciosos e ousados por definição. Aqui nesta Força existe, talvez, uma das mais balanceadas e completas simbioses da razão com a emoção, o que gera e alimenta um impulso vital irresistível, a unir nós todos, desde o Almirante mais antigo ao Tenente mais moderno.

Srs. Oficiais-Alunos do CASO-88:

A tarefa de prosseguir na jornada passará gradualmente das nossas para as suas mãos. Dêem tudo de seus corações e mentes para executá-la. E não esqueçam nunca que vale a pena ousar, pois é este o único caminho para as grandes realizações. Ou, como escreveu SENECA, o grande filósofo romano dos primórdios da era cristã: "NÃO É PORQUE AS COISAS SÃO DIFÍCEIS QUE NÃO OUSAMOS. É PORQUE NÃO OUSAMOS QUE AS COISAS SÃO DIFÍCEIS".

Muito obrigado e "boas águas".

SUBMARINO DE PROPULSÃO



"Um submarino de ataque de propulsão nuclear" — Modern Submarine Warfare

NUCLEAR

Alte Esq MÁRIO CESAR FLORES

— O que o justifica?

Como chegar a ele?

O que quer a Marinha

com ele e para o quê?*

*O público-alvo deste editorial é a sociedade civil (políticos, cientistas, professores, industriais, funcionários e a opinião pública em geral), os militares de outras Forças e a oficialidade naval jovem, que algum dia conduzirá uma Marinha coerente com o futuro do Brasil. Esse público-alvo, não necessariamente bem familiarizado com a estratégia naval, inspirou tanto as considerações iniciais sobre o papel do submarino como o uso de um vocabulário moderadamente especializado.

O SUBMARINO E O SEU EMPREGO

PARA QUÊ SUBMARINO?

A estratégia naval emprega navios, submarinos e aeronaves fundamentalmente para:

- controlar área marítima, para usá-la em proveito próprio;
- impedir ou dificultar (no linguajar profissional, negar) o uso, pelo adversário, de área marítima, cujo controle ou não pode ser exercido (por falta de capacidade) ou não precisa sê-lo (por ausência de interesse), e

- projetar poder sobre terra, realizando bombardeio naval e aeronaval e o desembarque anfíbio. A essas formas tradicionais de projeção foi acrescido o lançamento, por submarinos, de mísseis balísticos com ogivas nucleares; este artigo não o aborda porque ele não tem significado para o Brasil.

A literatura militar moderna costuma citar uma quarta tarefa naval: a presença em áreas de alto interesse, para dissuadir atitudes hostis e estimular as favoráveis. Essa tarefa (hoje tão presente no Golfo Pérsico) sempre foi praticada na História e não há razão para considerá-la separadamente porque a capacidade de executá-la é corolário natural da capacidade de executar as três tarefas clássicas.

Como se insere o submarino nesse quadro?

A principal característica do submarino é sua discrição ou capacidade de operar escondido. Essa característica é o fator que mais influencia a adequabilidade do submarino, como instrumento das tarefas citadas acima.

O controle de área marítima pressupõe superioridade e, para assegurá-la, a contribuição do submarino é coadjuvatória ou complementar à dos navios, aviões e helicópteros (voando de terra ou embarcados). Ela se manifesta através do emprego do submarino contra navios (quando há disputa pelo controle) e na proteção contra submarinos que tentem perturbar o controle¹; ambos esses empregos são ajudados pela discrição do submarino.

Sob certas circunstâncias, o papel do submarino no controle de área pode crescer, sem prescindir dos navios e das aeronaves, principalmente se o adversário dispuser de aviação (contra a qual o submarino é útil apenas para detecção e alarme). No conflito das Malvinas, em 1982, os submarinos ingleses alijaram do cenário os navios de superfície argentinos (após o afundamento do Cruzador Belgrano, episódio de disputa pelo controle); entretanto, a supremacia naval assim obtida não teria bastado: o que permitiu a retomada das ilhas foi a capacidade da força de superfície e aeronaval inglesa de operar na área, a despeito do esforço aéreo argentino.

Abstraindo-nos do lançamento de mísseis nucleares, para a projeção sobre terra, o submarino é útil como vetor de pequenas incursões (obviamente facilitadas por sua discrição) e como instrumento coadjuvatório ou complementar para o controle da área onde deve ocorrer a projeção. Novamente o conflito das Malvinas oferece exemplo adequado: o sucesso inglês, definido, em última análise, pelos navios, aeronaves e tro-

pa terrestre, teria sido mais difícil sem a contribuição dos submarinos para o controle do teatro.

Consideremos agora a tarefa de impedir ou dificultar o uso de área marítima pelo adversário, em que a discrição do submarino o torna instrumento privilegiado, compartilhando essa posição com a aviação baseada em terra apenas quando a área está próxima de bases aéreas². Essa utilidade do submarino não agrada às maiores potências navais, que não desejam ser ameaçadas por arma eficaz mesmo quando a serviço de potências secundárias. Já no século passado, um primeiro-ministro inglês advertia que a Inglaterra não devia contribuir para o desenvolvimento do submarino, que poderia vir a pôr em risco a predominância inglesa nos mares — como pôs nas Primeira e Segunda Guerras Mundiais. No entender das grandes potências, aos países de menor expressão caberia apenas uma estratégia naval defensiva e costeira e, como os submarinos são úteis para finalidades mais amplas, podendo até comprometer o tranqüilo domínio naval dos poderosos, é natural que esses sintam relutância por vê-los prestigiados nos programas navais dos menos poderosos.

Voltando ao exemplo do conflito das Malvinas: a Inglaterra teria enfrentado graves dificuldades se a Argentina dispusesse de uns poucos submarinos modernos que, com a aviação voando do continente, haveriam de criar severa ameaça para os navios-aeródromos e transportes de tropa no teatro próximo às ilhas. A preponderância inglesa talvez acabasse por prevalecer, pois a Argentina não poderia disputar o controle da área em virtude da ameaça dos submarinos ingleses, mas o patamar de risco e o custo do sucesso teriam sido mais altos.

POR QUÊ NUCLEAR?

Cabe agora analisar, no quadro geral do uso do submarino, a adequabilidade da propulsão convencional e nuclear. A comparação abrange três características operacionais:

1.^a) a discrição ou capacidade de operar escondido. O submarino convencional é muito discreto quando propulsado pela energia de suas baterias, mas essa discrição é comprometida quando ele navega na superfície ou próximo dela, de modo a aspirar da atmosfera e nela descarregar pela tubulação esnórquel³, para recarregar as baterias e poupar sua energia para as situações táticas de interação com o adversário. Assim, embora o submarino convencional possa ser mais discreto por curtos períodos, o nuclear é mais discreto no cômputo geral, porque independe da atmosfera;

2.^a) a distância que o submarino pode navegar e a velocidade com que pode fazê-lo. É flagrante a superioridade do submarino de propulsão nuclear, capaz de alcançar área distante com rapidez e nela executar patrulha extensa, graças à boa velocidade que pode manter por longos períodos⁴. Essa vantagem também existe no cenário tático, pois o nuclear assume posição de ataque e se evade da reação com maior rapidez do que o convencional, que está sujeito às limitações das baterias. Foi a mobilidade dos submarinos nucleares que per-

1. Por ser o submarino um excelente instrumento anti-submarino, a doutrina das maiores potências inclui o uso de submarinos de ataque (armados com torpedos) contra os submarinos lançadores de mísseis balísticos com ogiva nuclear.

2. Esse seria o caso da defesa do litoral, tráfego e instalações costeiras, cuja importância exige, normalmente, mais do que a negação: exige o controle efetivo, que o submarino e o avião ajudam a estabelecer e manter.

3. Aportuguesamento da palavra snorkel, de origem holandesa.

4. O submarino convencional moderno pode desenvolver boa velocidade em imersão, mas esse regime de marcha exaure rapidamente as baterias; se o faz com o esnórquel, é facilmente detectado.

mitiu aos ingleses a rápida implementação e a eficiente manutenção da zona de exclusão no teatro das Malvinas, com poucos submarinos, e

3ª) a possibilidade de o submarino nuclear operar por longo tempo, já que o combustível é inesgotável, sob a perspectiva prática operacional. Sua autonomia (tempo fora da base) é limitada apenas pela resistência das tripulações e pela capacidade de transportar gêneros (ou pelo consumo das armas), mas a do convencional é condicionada pela capacidade e pelo consumo de combustível⁵.

Deduz-se, pois, que embora o submarino convencional continue útil para negar o uso do mar, é evidente que o submarino nuclear é útil mais longe, em áreas maiores e por mais tempo⁶. O submarino convencional supera o nuclear apenas na discricção, enquanto propulsado por suas baterias, mas isso só é possível por tempo relativamente curto, tão mais curto quanto maior tiver que ser a velocidade usada. É de se esperar que o aperfeiçoamento das máquinas do submarino nuclear irá reduzir até mesmo esta vantagem do convencional.

Aprofundemos a comparação, associando as considerações estratégicas do item 1 com a análise das características.

Caso 1: impedir que navios adversários se aproximem do litoral e águas costeiras (defesa da fronteira marítima). Trata-se de problema em área próxima e geralmente restrita; a melhor solução seria o controle da área por navios, aviões voando de terra e, complementarmente, por uns poucos submarinos convencionais. Entretanto, se for conveniente aprofundar a defesa até longe do litoral, começa a despontar a adequabilidade do submarino nuclear. Ele será tanto melhor do que o convencional para esse propósito, quanto mais distante (e mais extensa) for a área onde se deseja estabelecer a defesa distante, por submarinos.

Caso 2: dificultar a navegação adversária em águas distantes. Neste caso, é claro que caberiam melhor os nucleares, cuja excelente mobilidade lhe permitiria implementar patrulha distante e extensa, com um número de submarinos menor do que seria necessário para implementá-la com convencionais.

Note-se que em ambos os casos o submarino nuclear apresenta uma vantagem adicional à provida por sua mobilidade privilegiada: o fato de que sua movimentação para a área de patrulha e seus movimentos na área podem ser mantidos mais facilmente em sigilo, já que a propulsão nuclear lhe permite independê-lo da atmosfera.

Complementemos essa análise com mais um exemplo relativo às Malvinas: como foi dito acima, com uns poucos bons submarinos convencionais, a Argentina poderia ter produzido graves dificuldades em torno das ilhas (área razoavelmente restrita e próxima). Entretanto, se a Argentina tivesse contado com dois ou três nucleares, o problema inglês seria maior porque a ameaça argentina se estenderia das proximidades da base de Ascensão às Malvinas (principalmente se a Argentina dispusesse de esclarecimento aéreo para orientar os sub-

marinos). Esse exemplo elucida o valor do submarino nuclear como instrumento de defesa distante, num quadro de confronto com potências melhor preparadas.

COMO SE INSERE O BRASIL NESSE PROBLEMA?

A DIMENSÃO ESTRATÉGICA

Este texto parte de uma premissa básica: o Brasil precisa dispor de um Poder Militar adequado ao cenário de segurança que lhe diz respeito.

Assim, convém que o Brasil seja capaz de dificultar a aproximação de forças navais/aeronavais hostis e de impedir o uso de suas áreas costeiras por eventual adversário (lembremo-nos do litígio franco-brasileiro em 1963, em torno da captura da lagosta em águas do Nordeste brasileiro). Isso implica capacidade de controlar as águas ao longo do litoral por navios (com seus helicópteros), aviões voando de terra e, em papel coadjuvante, submarinos, que poderão ser convencionais. É claro, porém, que os nucleares serão mais apropriados se a ação submarina tiver que ser realizada em área distante, ao longo do eixo-vetor da ameaça (algo similar à conjectura feita anteriormente, relativa ao conflito das Malvinas).

Em complemento à capacidade de defesa da fronteira marítima (defesa próxima e distante), precisamos ter condições de exercer influência em áreas sul-atlânticas afastadas, de acordo com o interesse nacional. Isso implica controlar área selecionada e restrita, em cooperação internacional ou até mesmo autonomamente, mas, neste último caso, é preciso reconhecer que, sob condições adversas de ameaça real (sobretudo se aérea), no futuro hoje previsível, nossa estratégia terá que se alicerçar mais na discricção do submarino.

Se o problema se localizar em área relativamente pequena e moderadamente distante (por exemplo: proximidades de Ascensão ou até de Cabo Verde), o submarino convencional ainda atende a necessidade, embora o nuclear já comece a aparecer como mais apropriado. Entretanto, se a localização for muito distante (por exemplo: Golfo da Guiné ou o amplo contorno Sul da África — a 3.000 milhas de distância ou até mais), o submarino nuclear se imporia com facilidade sobre o convencional, pois seria possível realizar com ele uma patrulha mais eficiente com menos submarinos⁷.

Deduz-se, assim, que convém ao Brasil tanto o submarino convencional como o nuclear. Enquanto a defesa da fronteira marítima (defesa próxima e afastada) merecer nossa atenção prioritária, o número de convencionais poderá ser maior do que o de nucleares. A prazo longo, o crescimento da projeção, das responsabilidades e dos interesses brasileiros no cenário internacional acabará por recomendar maior presença em águas distantes do Atlântico Sul e isso induzirá à conveniência de ser aumentada a participação relativa da propulsão nuclear. Note-se que a sempre importante defesa da fronteira marítima não será comprometida por essa evolução. Pe-

5. A discricção, a mobilidade e a autonomia foram consideradas apenas sob a perspectiva da propulsão nuclear e diesel-elétrica. Existem em desenvolvimento novos sistemas que prescindem do ar, mas este artigo não trata deles por serem insuficientes as informações. No que concerne à mobilidade e à autonomia, é improvável que tais sistemas possam superar a propulsão nuclear.

6. Na Segunda Guerra Mundial, a Alemanha dificultou bastante o uso do Atlântico, com submarinos convencionais, mas isso foi conseguido graças ao emprego de elevado número de submarinos primitivos e baratos. A tecnologia moderna tornou proibitivas as grandes forças de submarinos, salvo para as duas superpotências.

7. Ademais, vale insistir na lembrança de que o trajeto para a área e a permanência nela do submarino nuclear poderiam ser efetivados sob maior discricção.

lo contrário, o submarino nuclear faz bem, ou até melhor, o que o convencional faz e, como vimos, ele é adequado à defesa distante, o que lhe confere boas condições para tornar mais difícil o exercício de ameaça ao Brasil, pelo mar.

Este é o quadro estratégico que, no nosso entendimento, explica o empenho que nos levará algum dia, sem atropelos mas com firme e prudente perseverança, ao submarino de propulsão nuclear. A Marinha veria com satisfação essa sua convicção debatida e avaliada em foros nacionais adequados: O Congresso, instituições de estudos políticos e sociais (universitárias ou autônomas) e outras. Os que podem contribuir para tal análise devem fazê-lo, sem preconceito nem idiosincrasias, para que às gerações futuras não venha assistir o direito de criticá-los por erro ou omissão, nas grandes questões da defesa nacional.

A DIMENSÃO TÉCNICA

Em países do nível tecnológico do Brasil, u'a meta tão complexa como o submarino de propulsão nuclear só pode vir a ser atingida com muito esforço próprio, pois nenhuma grande potência coopera com as menos desenvolvidas num projeto militar com potencial tanto para perturbar a tranqüila superioridade naval dos mais fortes, como para apoiar a prática de uma estratégia autônoma, a serviço de uma política independente⁸.

O esforço nacional em prol do submarino nuclear brasileiro processa-se em três áreas da tecnologia militar-naval:

- o submarino em si;
- o sistema de armas, que se restringe às armas de ataque a navios (torpedos e, talvez, mísseis táticos), pois, como foi dito no início do artigo, o submarino lançador de míssil balístico diz respeito à arma nuclear, que não é cogitada; e
- a propulsão nuclear.

O domínio da tecnologia do submarino nuclear passa por etapa prévia imprescindível: o domínio da tecnologia do submarino convencional. O atual programa de submarinos convencionais, iniciado com a construção de um submarino moderno na República Federal Alemã, a ser seguida pela construção de outros no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, vai nos proporcionar o aprendizado para o grande salto, o submarino nuclear, talvez nos últimos anos deste século.

Quanto ao sistema de armas, também estamos tentando desenvolver alguns equipamentos cuja tecnologia dificilmente nos seria transferida. O sistema de armas do submarino nacional convencional será, provavelmente, parecido com o do nuclear.

Chegamos assim à terceira área básica, a propulsão nuclear. Seu desenvolvimento, para o qual não contamos com apoio externo, ou, melhor dizendo, contamos com resistências, pressões e embaraços externos⁹, engloba:

- o domínio do combustível, do tratamento do minério ao urânio enriquecido e preparado para o reator;
- o domínio da tecnologia do reator;
- o domínio da tecnologia dos equipamentos de máquinas (gerador de vapor, trocadores de calor, turbinas, bombas,

motores elétricos e outros, tudo devidamente integrado), e — o domínio da tecnologia do controle de um sistema nuclear de potência naval.

A Marinha vem contribuindo intensamente para o programa nuclear autônomo desde 1979, na condição de sócio principal do Instituto de Pesquisas de Energia Nuclear da Universidade de São Paulo (IPEN), com total e entusiasmado apoio da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Esse empenho específico tem por objetivos o combustível e o reator, como vem sendo noticiado, ele caminha bem. Paralelamente, a Marinha vem promovendo o desenvolvimento das máquinas e do controle do sistema, em indústrias e instituições nacionais de pesquisa. Dentro de quatro a cinco anos, teremos chegado a uma instalação-protótipo, no Centro Experimental de Aramar, Iperó, São Paulo.

A propulsão e o submarino, meta de longo prazo da Marinha, vão demorar, mas chegaremos a eles com passos cuidadosos e coerentes com as possibilidades orçamentárias. Entretanto, os benefícios gerais, o início da independência tecnológica na área nuclear, já começaram: todo esse conjunto de pesquisas e desenvolvimento técnico-industrial está produzindo um imenso acervo de frutos tecnológicos de toda ordem para a sociedade brasileira, nos campos da energia, agricultura, saúde e outros. Olhando sem preconceitos o que está sendo feito, concluiremos que a propulsão nuclear será, em última análise, um produto diluído em muitos outros aspectos positivos do programa nuclear autônomo e seus complementos técnico-industriais.

O TRATADO DE TLATELOLCO, A ZONA DE PAZ E A BOMBA

Alguns adversários das atividades nucleares em que a Marinha está envolvida (muitos, honestamente bem-intencionados, embora nem sempre bem informados mas outros preconceituosos ou até movidos por interesses pouco explícitos) apontam nessas atividades uma incoerência com o Tratado de Tlatelolco (não proliferação na América Latina) e com a Resolução da ONU sobre o Atlântico Sul — Zona de Paz, que preconiza a desnuclearização desse oceano.

Ora, a propulsão nuclear não é arma: é uma propulsão com algumas características que a valorizam perante a convencional (mobilidade, autonomia e independência da atmosfera), tanto assim que a Agência Internacional de Energia Atômica (Viena) entendeu que em 1982 a Inglaterra não feriu a desnuclearização sul-atlântica, pois eram convencionais as armas dos submarinos nucleares empregados. E quanto à zona de paz, a desnuclearização preconizada se refere aos submarinos lançadores de mísseis com ogivas nucleares, da URSS e dos EUA, cuja presença geraria um crescendo de atividades navais e aeronavais das superpotências, em detrimento da tranqüilidade sul-atlântica.

Outro tipo de objeções diz respeito à possibilidade de que o desenvolvimento nuclear em curso com a cooperação da Marinha visaria à arma atômica. Trata-se de suposição equivocada não por inviabilidade técnica, mas porque já existe uma

8. Como exceção à regra vale consignar que os indianos receberam o primeiro de três submarinos nucleares soviéticos. A notícia demonstra ser do interesse soviético que a Índia exerça papel saliente no Índico, em detrimento da dominação ocidental. Uma linha de ação como essa, inviável para o Brasil porque os EUA não a adotariam, não nos interessa, pois, quanto mais complexa a tecnologia, maior é a satelização logística e estratégica.

9. A inexorável resistência externa foi a principal razão do sigilo que protegeu o programa nuclear autônomo até 1987, pois, se ele fosse conhecido, as dificuldades teriam sido maiores. O estágio atual do desenvolvimento já torna prescindível a proteção por sigilo (salvo o industrial).

decisão nacional, uma decisão política de não construí-la e esta decisão não seria alterada sem profunda análise pela sociedade em seu nível político, análise realizada com visão estatista e elevado respeito à vontade nacional. Os responsáveis pelas atividades que contam com a cooperação da Mari-

nha respeitam a decisão em apreço com alto grau de patriotismo, civismo e acatamento às manifestações da alma nacional.

RMB, maio 1988.

REVOLUÇÃO TECNOLÓGICA SUBMARINA

CF ATHOS L. M. SILVEIRA

1 — DETECÇÃO DE SUBMARINOS SOB A CALOTA POLAR

Desde que o primeiro submarino nuclear balístico (SSBN) cruzou os oceanos, busca-se desenvolver métodos para identificar, localizar e sombrear esta ameaça.

Há vários anos, os Estados Unidos utilizam o sistema fixo de "arrays" (SOSUS), submarinos, navios de superfície e aeronaves, estrategicamente localizados, de forma a obter a detecção passiva a longa distância. Em resposta, os soviéticos vêm implementando as características de silêncio de seus submarinos classe Akula, Mike, Oscar, Sierra e Typhoon e também alterando o posicionamento destes submarinos; há indícios de que estariam sendo deslocados não somente para as costas Leste e Oeste dos Estados Unidos, mas também para operar sob a calota polar Ártica, sendo esta a razão do crescente interesse daquele país em detecção sob gelo.



"Classe TYPHOON" — Jane's 86/87

Os soviéticos possuem a maior esquadra de SSBN do mundo, com 62 submarinos entre as classe "Yankee" — "Delta" — "Typhoon". Operando a partir de dois portos localizados na península de Kola, os soviéticos contam com 21 submarinos classe Delta, 13 Yankees e 3 Typhoon. Para alcançar suas Zonas de Patrulha (ZP), os submarinos soviéticos não necessitam obrigatoriamente de transitar pelo "GIUP gap" (Greenland/Iceland/United Kingdom gap), podendo utilizar o mar de Barents e/ou de Kara e buscar ocultação sob a camada polar Ártica; a partir desta posição podem lançar mísseis em trajetória de baixa altitude que alcançariam os Estados Unidos em minutos.



"Classe YANKEE I" — Jane's 86/87

Os avanços tecnológicos atingiram um ponto em que poderá ser possível a detecção de submarinos por meio de sensores em pequenas plataformas móveis (small mobile sensor platforms — SMSP); lançados através dos tubos de torpedos, à semelhança dos torpedos MK 48 e minas captor, SMSP poderiam patrulhar áreas específicas sob a calota polar utilizando processos topográficos para sua navegação, geradores termo-elétricos à radioisótopo para a produção de energia e propulsão, um pacote de sensores (magnéticos, acústicos, etc.) para a detecção, e uma rede multinodal de comunicações para transmissão de contatos. Este conceito é baseado em tecnologia já disponível e em tecnologia emergente.

Considerando as dimensões da área navegável sob a calota polar permanente no Ártico (cerca de 1500000 milhas qua-

dradas), o emprego de sensores permanentes (array) teria um custo inaceitável. Entretanto, o SMSP, embora não possibilita a cobertura total da área, permitiria o esclarecimento ao longo de seus movimentos em patrulha; o emprego de vários SMSP em múltiplos gradeados permitiria a obtenção de elevada probabilidade de detecção de submarinos em trânsito.



“Submarino Nuclear Inglês emergindo sob o gelo ártico” — Maritime Defence Jun 88

O SMSP tem sua conceituação baseada no processo de topografia submarina para a sua navegação e orientação. Atualmente, a topografia submarina do oceano Ártico está sendo mapeada; pontos conspícuos do relevo submarino serviriam como referências para os SMSP operarem em uma série de gradeados topográficos; cada gradeado conteria um SMSP, programado para reconhecer um conjunto de referências topográficas particulares à sua grade, onde permaneceria em patrulha aleatória. Utilizando seus sensores acústicos, o SMSP detectaria a cavitação, ruídos de reatores e outros sinais característicos de SSBN soviéticos; magnetômetros seriam empregados para aumentar a capacidade de detecção de submarinos. Um sonar ativo poderia ser utilizado para ampliar os dados obtidos, possibilitando que o SMSP transmitisse o tipo de submarino indetificado, seu rumo e velocidade aproximada, através de uma rede multinodal de comunicações.

Em virtude das características das águas do Ártico, seria necessária uma grande autonomia e pequena ou nenhuma manutenção para os SMSP; por esta razão é proposto o emprego de geradores termo-elétricos a radioisótopo (RTG — radioisotope thermoelectric generators) como fonte de energia; um RTG típico é leve, pequeno e confiável. Não haveria necessidade de recuperar os SMSP: eles operariam continuamente por mais de 10 anos, podendo ser reprogramados e reposicionados a critério do utilizador, durante este período.

O SMSP englobaria quatro sub-sistemas principais:

- sistema de navegação/orientação: baseado no reconhecimento de relevo submarino contido em área previamente mapeada; várias áreas poderiam ser agrupadas seqüencialmente formando um sistema de grades; pelo menos uma característica topográfica deve ser identificada em cada área mapeada. Através de um sistema de navegação inercial seriam estabelecidas as patrulhas aleatórias nestas áreas.

- sistema de sensores: composto de sonares passivos e ativos e um detector de anomalias magnéticas para a detecção de submarino em trânsito silencioso; os sensores acústicos detectariam os ruídos de cavitação e de reatores. A cavitação permitiria identificar o tipo do submarino, direção de movimento e velocidade; o sonar ativo permitiria a localização do contato em relação a pontos topográficos principais de referência.

- sistema de propulsão: geradores a radioisótopo utilizam a energia nuclear para a produção de energia térmica que é convertida em energia mecânica ou elétrica diretamente. Há mais de 20 anos os Estados Unidos vêm desenvolvendo um RTG de 15,2 Kg, 40,4 cm de altura e 16,8 cm de diâmetro, alimentado a plutônio mobilidenum, com capacidade operacional de mais de cinco anos, para aplicação em seu programa espacial. O Voyager 2 RTG n.º 1 tem produzido energia elétrica de forma confiável, embora com uma degradação constante (primeiro ano: 158 watts contínuos; sexto ano: aproximadamente 143 watts contínuos), por mais de 6 anos. Atualmente, RTG estão sendo programados para aplicação no “U.S. Galileo Jupiter Spacecraft” e no “Space Agency’s Ulysses”, europeu.

- sistema de comunicações: a rede de comunicações multinodal seria baseada em um módulo interativo por cada área mapeada. Cada módulo seria capaz de comunicar-se com o seu SMSP e os módulos adjacentes. A cada contato obtido, o SMSP acionaria o seu módulo de comunicações que, seqüencialmente, alertaria os demais até um posto de recepção.

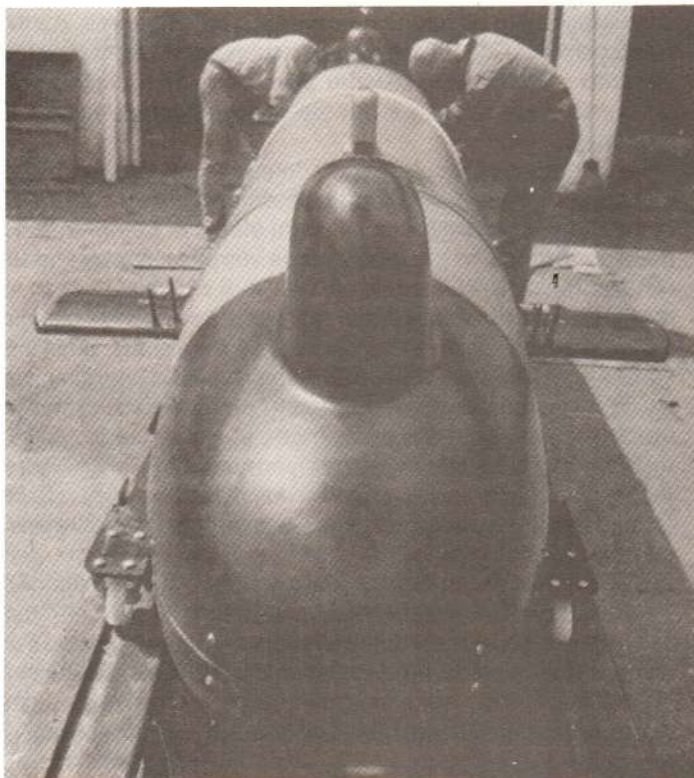
2 — VEÍCULO SUBMARINO AUTÔNOMO

O Canadá encontra-se bastante desenvolvido em veículos de pesquisa submarina; um dos mais sofisticados, dotado de inteligência artificial, é o ARCS — “Autonomous Remotely Controlled Submersible”, construído para o Bedford Institute of Oceanography em Halifax, com a finalidade de realizar levantamentos hidrográficos sob a calota polar.

O veículo já realizou vários testes de mar, que culminaram em março de 1986 com um levantamento hidrográfico de demonstração, comprovando a sua capacidade de pesquisa autônoma. Para os levantamentos sob a calota polar, a memória do ARCS é carregada com o padrão de pontos de navegação; em seqüência ao lançamento, o veículo passa a cumprir a navegação programada, informando rumo, profundidade, obstáculos e alarmes para a superfície e registrando a posição e a topografia submarina. O operador pode requisitar qualquer informação sobre os sensores do ARCS, sua posição ou ainda reeditar os pontos de navegação ou determinar que regresse para a base, através o link de telemetria acústica. O veículo é programado com uma estratégia para evitar obstáculos e com reações comportamentais por perda do link acústico ou de posicionamento. Em virtude dos problemas de interferências por caminhos sonoros múltiplos sob o gelo, foi adotado o sistema FSK de telemetria acústica para as comunicações com o ARCS, com os seguintes resultados obtidos em testes realizados em abril/maio de 1982:

- estabelecimento de posição telemétrica a 10 Km de distância em locais com profundidades de 100 m e de 6 Km em profundidades de 27 a 30 m;

— precisão em distâncias de $\pm 1,5$ m a uma rate de 100 bits/sec.



"ARCS" — ISE LTD

A seguir, algumas das características do veículo:

- comprimento: 7 m
- diâmetro: 70 cm
- peso: 2300 Kg
- autonomia: 170 Km
- propulsão: bateria
- velocidade: 5 nós
- máxima profundidade: 1000 ft



ARCS — ISE LTD

3 — A TERCEIRA REVOLUÇÃO SUBMARINA

A terceira revolução submarina está prestes a ocorrer nos próximos 10 anos, em decorrência do desenvolvimento da robótica, com o advento de submarinos autônomos. Estes submarinos não terão tripulação, serão pequenos, de baixo custo, e muito mais discretos que os atuais e poderão pousar no fundo por longos períodos até serem ativados. Estas e outras características possibilitarão novas táticas ou mesmo o emprego da tática de matilha. Um novo projeto, sob a responsabilidade da Defense Advanced Research Agency (DARPA) e em execução pela Robot Systems Division of the National Bureau of Standards (NBS) — USA, pretende demonstrar a capacidade de inteligência e comportamento cooperativo entre submarinos autônomos. O projeto, conhecido como SHARC (Submarine with Hierarchical Autonomous Real-time Control) iniciou em 1986 e deverá estar concluído em 1989, com demonstrações anuais empregando um número crescente de plataformas em interações cada vez mais complexas.

A plataforma inicial do projeto é conhecida como EAV (Experimental Autonomous Vehicle), com inteligência artificial baseada no chamado RCS (hierarchical real-time control system) desenvolvido pelo NBS na última década para aplicação em robôs industriais, resultados da aplicação de US\$ 23 milhões em pesquisa e desenvolvimento. O RCS é uma rede de processadores modulares estruturados hierarquicamente que se intercomunicam através de uma unidade de memória comum. Um decompositor hierárquico de tarefas admite como entrada uma missão planejada como sendo um objetivo a alcançar, decompondo-o, através de seis camadas de unidades planejadas e executoras, em sinais de controle para os motores, terminais e transdutores do veículo EAVE. Uma unidade sensorial de processamento hierárquico processa e integra as informações para a obtenção de reconhecimento de objetos e eventos; o processo é interativo, continuamente comparando os dados processados com a realidade e alterando-os conforme for necessário (processo de "aprendizado"). A inteligência artificial aplicada para obtenção de estratégias e táticas individuais e em grupo permitirá um EAVE líder e outros seguidores, estabelecer comunicações entre si, compartilhando pensamento e informações sensoriais.

4 — CONCLUSÃO

Os submarinos americanos já não podem ser considerados como os privilegiados detentores da iniciativa de ataque em relação aos submarinos soviéticos, uma vez que estes estão se tornando cada vez mais silenciosos. Esta situação tenderá a culminar com distâncias de detecção sonar, entre estas plataformas, de poucas centenas de jardas, obrigando a ações e reações quase instantâneas. Com o avanço tecnológico na área da robótica submarina, poderíamos antever o emprego de veículos inteligentes como alarme submarino antecipado, sob o controle de um submarino-mãe, dando assim nova dimensão ao problema da detecção acústica. Veículos submarinos poderiam servir de sensores altamente discretos para as unidades ASW, sendo lançados em áreas focais onde detectaríamos os submarinos inimigos. Submarinos autônomos poderiam atuar em matilha em zonas de patrulha, aguardando pelo tempo que fosse necessário a destruição de suas presas.

Os novos equipamentos e sistemas desenvolvidos poderão ter múltiplas aplicações futuras, como por exemplo a instalação de minigeradores termoelétricos nucleares em submarinos convencionais (em estudo de viabilidade pelo ECS Group of

Companies do Canadá). Estas e uma infinidade de outras aplicações no campo da pesquisa submarina e no campo militar estão em vias de se tornar realidade, em face dos notáveis avanços da tecnologia aplicada à robótica submarina.

— Presente e Futuro de Submarinos não Nucleares —

OSCAR MOREIRA DA SILVA
Capitão-de-Mar-e-Guerra

O PRESENTE E ...

Os Submarinos para uso militar são classificados, basicamente, segundo o sistema de propulsão submarina, em dois grandes grupos: os *Nucleares*(SN) e os *Não-Nucleares*(SS). Os primeiros possuem como fonte de energia uma planta nuclear miniaturizada e sua propulsão a vapor é idêntica a dos contratorpedeiros.

Os Não-Nucleares, por sua vez, se subdividem em duas outras categorias: Os *Convencionais* e os *Independentes da atmosfera* ou *Anaeróbicos*.

Os tradicionais submarinos convencionais são aqueles que têm sua energia oriunda de uma bateria de acumuladores, as quais são recarregadas pelos próprios motores de bordo, na superfície ou em imersão através do esnórquel. Esses submarinos dependem freqüentemente do ar atmosférico para sua operação, o que representa uma grande limitação ao seu emprego.

Atualmente existem dois tipos de propulsão Anaeróbica em desenvolvimento para submarinos:

O *motor Stirling*¹ — que é um motor de combustão externa, usando óleo diesel e oxigênio líquido como oxidante, os quais são combinados para queimar continuamente em uma câmara de combustão. O calor gerado é transferido, por condução, para um gás de alta condutividade térmica (no caso, hélio), que trabalhará em um ciclo fechado idêntico ao de uma máquina alternativa a vapor. O fato do óleo diesel não detonar, nesse tipo de motor, o nível de ruído irradiado é cerca de 20dB abaixo daquele produzido por um motor diesel.

O motor Stirling aciona um gerador elétrico que irá suprir potência para a propulsão e para os demais equipamentos elétricos do submarino. Desenvolvido na Suécia, as primeiras unidades foram encomendadas para uso em submarinos experimentais; e

O outro sistema — *célula de energia* (fuel cell) — consiste numa série de unidades que convertem, por meio de reações químicas, o oxigênio e o hidrogênio diretamente em eletricidade, e como subproduto o vapor d'água. Inventada na Inglaterra, mas desenvolvida nos EUA, essa célula oxi-hidrogênio vem sendo usada como fonte de energia elétrica nas naves espaciais americanas há muito tempo.

Cada célula contém eletrodos de oxigênio e hidrogênio e um eletrólito de hidróxido de potássio e água (Fig. n.º 1). Os gases, em tanques especiais, externos ao casco resistente, chegam a cada uma das células por um sistema de distribuição. O hidrogênio levado aos eletrodos específicos reage com os íons da hidroxila do eletrólito, produzindo água, liberando energia e calor. O oxigênio levado ao seu eletrodo reage com a água e o cation de potássio, regenerando a hidroxila que migra para o eletrodo de hidrogênio, realimentando o ciclo de reação química, sintetizado como abaixo:

O oxigênio levado ao seu eletrodo reage com a água e o cation de potássio, regenerando a hidroxila que migra para o eletrodo de hidrogênio, realimentando o ciclo de reação química, sintetizado como abaixo:



O vapor d'água produzido passa por um condensador até se tornar líquido. Um separador centrífugo extrai a água e a bombeia para um tanque que será usado para o consumo da tripulação e resfriamento de outros equipamentos.

O oxigênio para a respiração da tripulação é retirado, através de um sistema de válvulas redutoras, diretamente do sistema de distribuição de oxigênio que alimenta as células de energia.

Este sistema para aplicação em propulsão submarina foi projetado e desenvolvido nestes últimos cinco anos por um consórcio da Alemanha Ocidental, cujo Ministério da Defesa determinou a instalação no antigo submarino U-1 da classe IKL 205, a fim de experimentar o sistema em condições reais no mar. Essas provas serão conduzidas pela Marinha Alemã a partir do fim deste ano.

O uso combinado do Sistema Convencional e de um Anaeróbico, resulta num outro sistema misto, consagrado com o nome de *Híbrido*.

1. Robert Stirling (1796-1878), ministro da igreja presbiteriana da Escócia, co-inventor com seu irmão James, em 1816, de um tipo de motor de combustão externa, conhecido como *motor Stirling*, em homenagem a seus inventores. Este motor atingiu um sucesso na década de 1890, mas seu desenvolvimento foi esquecido até 1938 e só recentemente reapareceu na condução de submarinos, com futuro bastante promissor.

Um Submarino Híbrido é aquele que, quando transitando em demanda a sua Zona de Patrulha (ZP), funciona exclusivamente como um Convencional diesel-elétrico, mas quando em posição na ZP substitui a propulsão convencional por um sistema anaeróbico e passa a efetuar sua patrulha, em baixa velocidade, totalmente independente da atmosfera.

A fonte de energia anaeróbica é instalada em paralelo com a bateria principal, de forma que o submarino possa desenvolver instantaneamente, quando necessário, altas velocidades para um engajamento ou para outros propósitos táticos.

A inclusão de um sistema híbrido em um submarino Convencional acarretará um custo adicional, levando em conta o preço total, em torno de 30 a 40%, além de acrescer ao seu comprimento uma seção de cerca de 10%.

Embora não tenham sido comprovados no mar, os testes em terra têm indicado que esses sistemas adicionais são capazes de prover uma autonomia da atmosfera, mantendo-se numa faixa de velocidade entre 4 e 7 nós, de até 28 dias.

Pelos últimos 30 anos os submarinos de propulsão nuclear foram tão glorificados que seus apologistas não perceberam as deficiências que esse meio possuía. A propulsão nuclear é inconvenientemente grande, dispendiosa, ruidosa e deve ser operada por pessoal altamente qualificado.

O tamanho do Submarino Nuclear limita o seu emprego operativo às grandes profundidades e um grande esforço deverá ser feito para atenuar o nível de ruído irradiado, o que adicionalmente aumentará o seu custo e complexidade.

A maior vantagem, igualmente com a independência da atmosfera, que os SN apresentam sobre os não-nucleares, reside na sua capacidade de poder desenvolver altas velocidades, as quais, por sua vez, provocam um aumento considerável no nível de ruído irradiado nesse tipo de submarino, resultando, com isso, numa degradação na capacidade de detecção de seus sensores acústicos; além disso, dentro da Zona de Patrulha (ZP), as velocidades usadas são relativamente baixas, o que iguala todos os tipos de submarinos.

A dicotomia nuclear entre o Leste e o Oeste parece ter ignorado os grandes desenvolvimentos tecnológicos que, por todos esses anos, converteram os modernos submarinos não-nucleares em uma arma de baixo custo-benefício e igualmente formidável.

Os fatores que tiveram maior efeito na melhoria dos projetos contemporâneos dos submarinos convencionais foram:

1. O *hélice* — de grande diâmetro e baixa rotação, combinado com excepcionais características hidrodinâmicas do casco (tipo "Albacore");

2. A evolução das baterias de chumbo-ácido de grande capacidade, que comparadas com as da Segunda Guerra Mundial, aumentaram sua capacidade de armazenamento de energia em mais de 300%; e

3. O desenvolvimento de motores diesel compactos e supercarregados, que aspirando o ar, via esnórquel, são capazes de descarregar os gases da combustão contrariando grandes pressões de contradescarga.

Aproximadamente 25% de um moderno submarino, em peso, é ocupado por suas baterias de acumuladores, que lhe proporciona uma velocidade tática de até 25 nós e um período de patrulha, em imersão, da ordem de 640 milhas a 6 nós.

Melhoramentos no desempenho mergulhado, combinado com métodos simples e rápidos de iniciar e interromper o esnórquel, resultaram em novos procedimentos para o trânsito

em direção à ZP. Uma combinação de períodos alternados de esnórquel e corrida profunda, usando somente as baterias, reduziram a vulnerabilidade de detecção, ao mesmo tempo em que tornou menos árdua a vida da tripulação dos submarinos.

Sem degradar as suas possibilidades e poder combatente, o tamanho mais popular dos modernos submarinos varia entre 1000 e 2000 toneladas de deslocamento em imersão, o que os tornam mais ágeis em águas rasas e com a vantagem de serem operados por uma reduzida tripulação de 30 ou menos homens.

Em resumo, esses submarinos preenchem todos os pré-requisitos necessários a qualquer bom sistema de armas; a habilidade para penetrar e operar efetivamente em território inimigo; e a capacidade de infligir avarias.

Os não-nucleares tiveram um desenvolvimento tal, que hoje atingem uma posição competitiva com os nucleares quase que em igualdade de condições.

A Guerra das Falklands mostrou claramente que a simples presença de um submarino na área conflagrada tem um efeito devastador, a ponto de afetar o rumo estratégico de um conflito.

Esse acontecimento despertou um grande interesse pelas novas gerações de submarinos, não só pelas Marinhas que tradicionalmente operam essa arma, como também nas Marinhas das nações emergentes. O gráfico da fig. 2 espelha essa tendência.

Mais de 40 nações do mundo operam hoje submarinos (fig. 3). Dessas, cinco — EUA, URSS, Grã-Bretanha, França e China — possuem submarinos de propulsão nuclear (fig. 4). O restante das Marinhas, incluindo dez da OTAN e duas no pacto de Varsóvia, são dotadas de submarinos convencionais.

Além dos países detentores de submarinos nucleares, são poucos os que, a curto e médio prazos, poderão obter esse tipo de arma submarina, devido principalmente a seu alto custo de construção e à tecnologia envolvidos.

O clube dos construtores de submarinos é também bastante restrito, incluindo-se aí a China, Japão, Iugoslávia, Grã-Bretanha, França, URSS, EUA, Itália, Holanda, Alemanha Ocidental, Espanha e Suécia. Dessa limitada lista, os EUA, que nos anos do pós-guerra distribuiu seus muitos submarinos modernizados da 2ª Guerra Mundial por vários clientes no mundo, por ter assumido uma política exclusivamente voltada para a propulsão nuclear, ficaram marginalizados no comércio de submarinos, enquanto que a Grã-Bretanha não vende um único submarino há mais de dez anos.

Os submarinos de projetos alemães são os que têm maior aceitação entre os países do ocidente, enquanto no outro hemisfério, a União Soviética é que mais exporta submarinos, sendo os mais requisitados os convencionais da classe "Romeo".

... O FUTURO

Com o portentoso aparecimento do submarino Nuclear, mostrando toda sua pujança, os especialistas militares, na década dos anos cinquenta, anunciaram, que até o final deste século, a extinção dos Submarinos Não-Nucleares seria inevitável e que só sobreviveriam as armas submarinas movidas por energia atômica.

Esse prognóstico encorpou-se de tal forma que as autoridades navais americanas, impregnadas por essa idéia, decidi-

ram se desfazer de seus Submarinos Convencionais e partiram para a construção dos Nucleares.

Pela simples observação, mais uma vez, das curvas da figura n.º 2, vemos que aqueles mesmos especialistas se enganaram totalmente.

Obcecados pelas qualidades dos Submarinos Nucleares, esqueceram-se de dois importantes aspectos: o primeiro, que o Submarino, cada vez mais, é reconhecido por todos como uma arma de inestimável valor para a guerra no mar, tornando-se até mesmo imprescindível em alguns casos.

Hoje, mais de 40 nações, das que possuem Marinha, são detentoras de Submarinos e a partir do Conflito das Malvinas a demanda dessa arma vem sendo cada vez maior.*

O outro segundo aspecto diz respeito à capacidade de construção de Submarino Nuclear. Até a virada do século, além dos cinco países construtores de Nucleares, poucos terão essa capacidade, entre os quais se inclui o Brasil. Esqueceram-se, também, os especialistas de que, se nem todos têm condições de fabricar os seus próprios nucleares, a saída está na obtenção, por compra ou construção, de Submarinos

Não-Nucleares.

Apesar do hiato ainda existente entre os desempenhos dos Nucleares e Convencionais, já resplandece no horizonte potencialmente próximo, depois de quase 50 anos de pesquisa, um submarino não nuclear e totalmente independente da atmosfera. O desenvolvimento das plantas híbridas vem agora dar uma outra dimensão ao Submarino Não-Nuclear: uma capacidade em patrulha equivalente a dos SN.

O resultado prático das provas de mar que vêm sendo conduzidas nas Marinhas da Suécia e da Alemanha Ocidental, provavelmente exercerá uma considerável influência no programa de reaparelhamento da frota submarina mundial.

Podemos prever o aumento, nos próximos anos, do número de submarinos nas Marinhas, sendo que os Não-Nucleares crescerão numa taxa maior que os Nucleares e, ao final deste século, estimamos existirem entre 900 e 1000 Não-Nucleares e na ordem de 500 Nucleares.

Se os especialistas há 30 anos tiveram o direito de se enganar, poderia arriscar a dizer que no futuro existirão somente dois tipos de navios: os SUBMARINOS e os ALVOS.

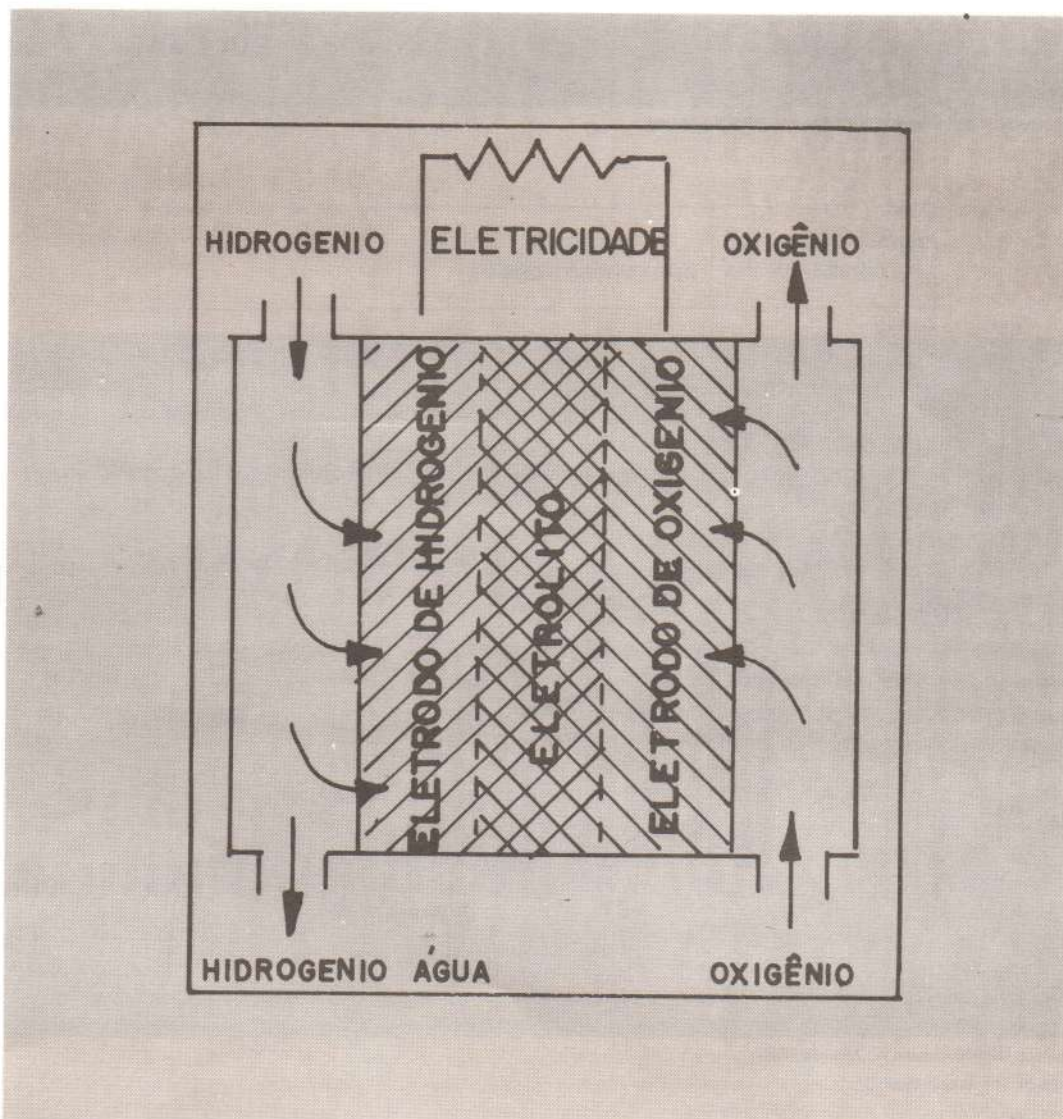


Figura n.º 1 — Célula de Energia (fuel cell)

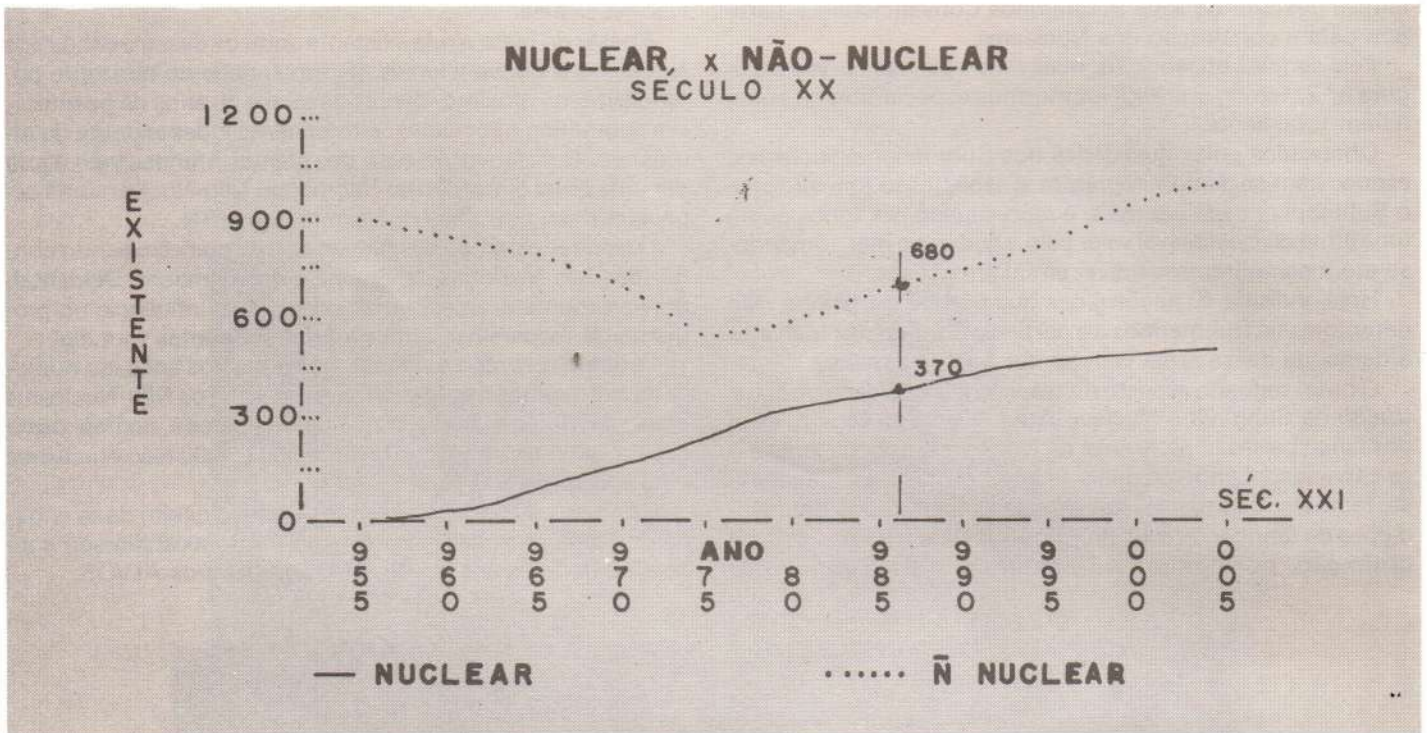


Figura nº 2 — Submarinos Nucleares Versus Submarinos Não-Nucleares

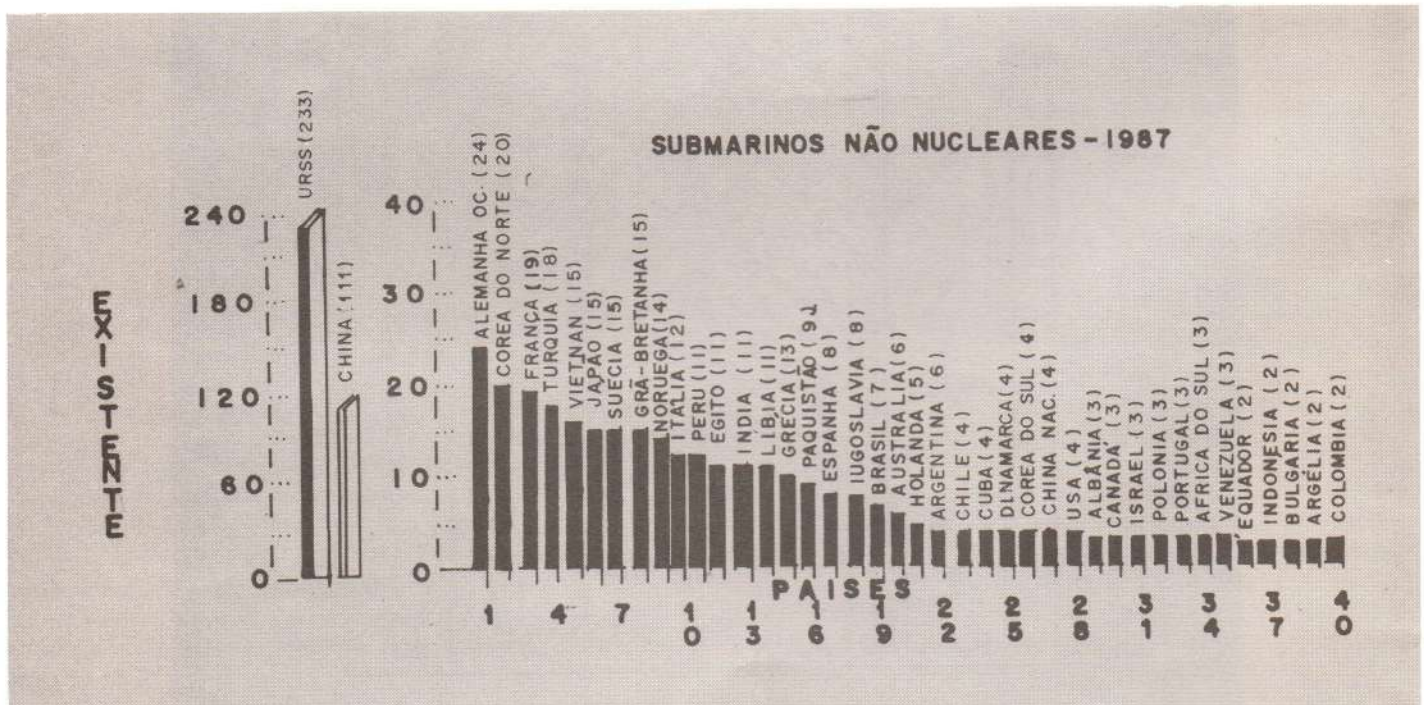


Figura nº 3 — Submarinos Não-Nucleares no Mundo (1987)

Fonte: Weyers Warships of The World 1986/87.

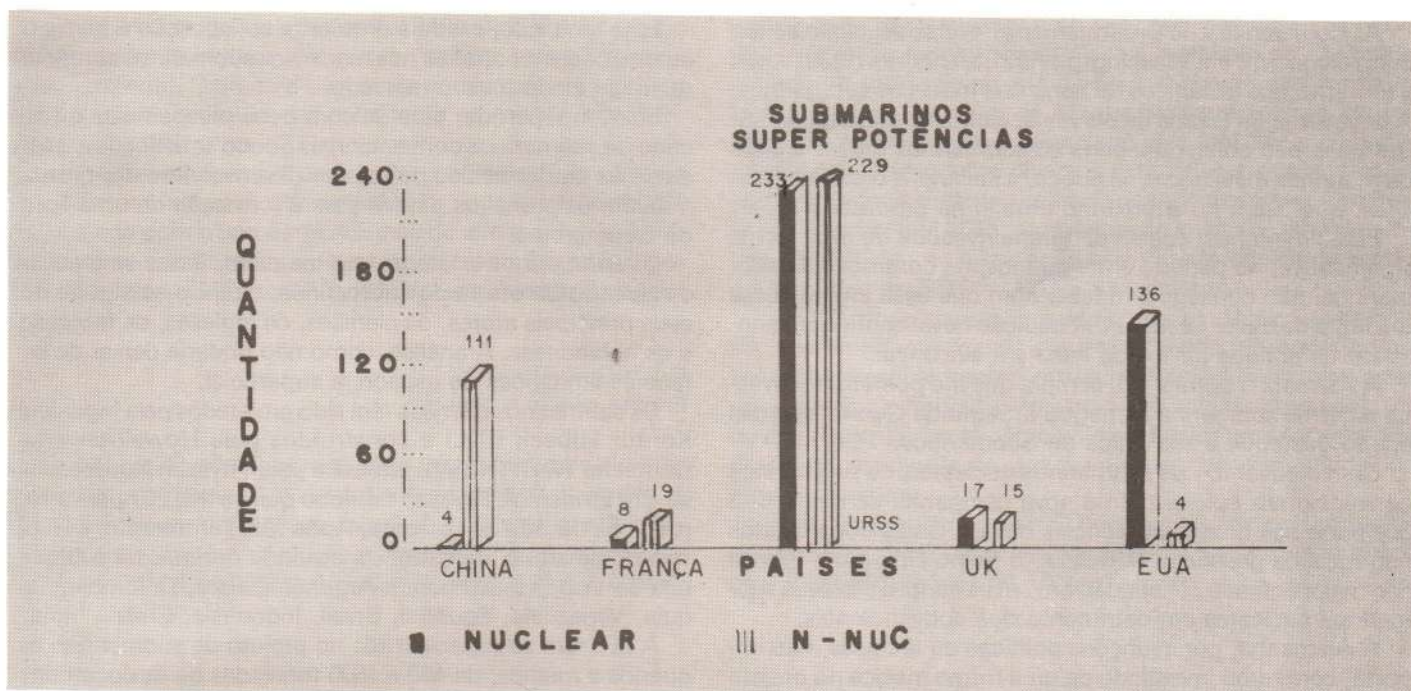


Figura nº 4 — Submarinos Nucleares
 Fonte: Weyers Warships of The World 1986/87.

O Mercado de Submarinos. Perspectivas para o Brasil

ANTONIO LOURO
 Capitão-de-Mar-e-Guerra (RRm)

Características do mercado. O mercado de submarinos possui algumas características próprias.

Tendo em vista a limitação de espaço, somente será abordado o mercado de submarinos convencionais e dos países do mundo ocidental.

O mercado de navios de guerra de superfície é bastante diversificado. Nele cada marinha adquire seus navios nos estaleiros espalhados pelo mundo, de acordo com as suas necessidades, avaliações e tradições. Esse mercado também se caracteriza pelo fato de que é comum a marinha que adquire o navio modificar o projeto inicial, de modo a melhor adequá-lo às suas reais necessidades.

O mercado de submarinos entretanto se caracteriza pelo fato dos estaleiros alemães dominarem as vendas desse tipo de navio e dos compradores, praticamente, não alterarem os projetos originais.

Uma análise superficial do problema poderia indicar que os submarinos alemães possuem características técnicas que excedem de uma forma gritante aquelas apresentadas por seus competidores.

Isso não é verdadeiro. Muito embora os submarinos alemães sejam excelentes, o mesmo se pode dizer de outros navios similares que entretanto não conseguem chegar perto do sucesso alcançado pelos estaleiros alemães. Qual poderia ser a explicação desse êxito?

Um aspecto é o histórico. É sobejamente conhecida a influência decisiva que a tradição exerce sobre todas as marinhas.

Foi durante a Primeira Guerra Mundial que a Alemanha mostrou ao mundo a força que a arma submarina possuía. As grandes marinhas da época, capitaneadas pelo Reino Unido, tinham nos grandes encouraçados seus navios de linha. A tradição determinava, e todas as marinhas da época seguiam a composição das esquadras, suas táticas e seu emprego. Nessa época, os estaleiros britânicos dominavam o mercado de navios de guerra.

A chegada de uma nova arma não dominada completamente pelos estaleiros de Sua Majestade, que colocava em cheque os grandes e caros navios da época, era uma ameaça ao domínio desse mercado por parte dos britânicos.

As Conferências de Desarmamento, que se seguiram ao término da guerra, em Washington (1921) e Londres (1930) viram a tentativa dos britânicos de banir dos mares os submarinos. A nova arma foi taxada de perversa, diabólica e imoral. A Grã-Bretanha não conseguiu banir os submarinos graças à ação de marinhas mais fracas na época, a italiana, a russa e a francesa, que viram no submarino uma arma promissora.

Essas marinhas, apesar de terem investido de uma forma significativa, no período entre guerras, na construção de submarinos, não conseguiram fazer com que essa arma tivesse um lugar de maior destaque. A tradição naval continuou mantendo os antigos navios de linha em evidência.

A Alemanha entretanto, sempre que lhe permitiam, investia na arma submarina e chegou à Segunda Guerra Mundial dando destaque à sua Força de Submarinos.

Com o advento dos submarinos nucleares, os submarinos convencionais sofreram uma nova campanha de descrédito por parte das grandes potências navais. Os Estados Unidos não mais os possuem. A Rússia, o Reino Unido e a França dão maior ênfase à construção e/ou manutenção dos seus submarinos nucleares em detrimento dos convencionais.

A Alemanha, por injunções políticas ou técnicas, não importa, continuou investindo de uma forma maciça no projeto e desenvolvimento de submarinos convencionais.

Existe, no momento, uma celeuma muito grande quanto ao tipo de submarino que as marinhas devam possuir, se nucleares ou convencionais. A discussão desse problema foge ao escopo deste trabalho. Entende-se entretanto que existe espaço para as duas armas. Pode-se afirmar, sem grande chance de erro, que existe no momento um problema similar ao do período entre guerras. Os países tecnologicamente mais desenvolvidos e economicamente fortes, projetam e constroem submarinos nucleares e lançam ao descrédito o submarino convencional, disponíveis às marinhas menores, na tentativa de negarem a essas marinhas a posse dessa importante arma.

A Alemanha, tradicionalmente envolvida no desenvolvimento e na construção de submarinos convencionais e tendo em vista o sucesso alcançado por seus submarinos durante as duas Guerras Mundiais, granjeou um prestígio muito grande entre as novas Forças de Submarinos que vêm emergindo no cenário mundial. O fator histórico, com toda a certeza, é o grande responsável pelo estrondoso êxito dos submarinos alemães no mercado internacional.

Uma outra característica do mercado é o prestígio que uma marinha passa a ter quando possui uma Força de Submarinos. Poucas marinhas no mundo dispõem de submarinos.

Os submarinos, principalmente os modernos, são armas únicas, de projeto, condução, manutenção, emprego em nada parecido com os navios de superfície.

Uma marinha não surge da noite para o dia, mas sim se molda ao longo das décadas e dos séculos. Essa afirmativa é mais evidente para uma Força de Submarinos.

Um erro de projeto, condução, manutenção ou emprego que num navio de superfície pode causar pequenos danos, num submarino pode ser fatal. Dentro desse contexto o fator humano assume uma importância fundamental.

Esse aspecto é abordado para demonstrar porque tão poucas marinhas, no mundo, possuem submarinos. É portanto, o mercado de submarinos, limitado quanto à procura.

Essa limitação, aliada à crescente sofisticação e níveis de automação encontrados nos modernos submarinos europeus restringe ainda mais o mercado.

Em contrapartida, abre-se com boas perspectivas o mercado de submarinos convencionais pouco sofisticados, acessíveis às marinhas dos países em desenvolvimento, prontos a darem os primeiros passos para a formação de uma Força de Submarinos.

Os submarinos existentes no mercado. Passa-se a avaliar o mercado de oferta de submarinos, citando-se alguns dos seus principais atores, os alemães, os ingleses, os franceses e os holandeses. A análise, como não poderia deixar de se face às limitações de espaço, é superficial.

Os submarinos alemães têm sido projetados pela Ingenieur Kantor Lubeck (IKL) e construídos pela Howaldtswerke Deutsche Werft (HDW), em Kiel e pela Thyssen Nordseewerke, em Emden. A Thyssen fabricou quinze IKL 207 para a Alemanha na década de sessenta. Após 1967, entretanto, a HDW tem dominado o mercado, construindo dezenas de submarinos do tipo IKL 209 para a Argentina, Peru, Colômbia, Turquia, Venezuela, Equador, Brasil, Indonésia, Chile e Índia.

A IKL tem se especializado no projeto de submarinos pequenos e médios, de 450 a 1500 toneladas de deslocamento na superfície. No momento possui um modelo de 2000 toneladas que ainda não encontrou comprador. Por problemas políticos, dois IKL 206 de 450 toneladas foram construídos na Inglaterra para a Marinha Israelense.

Esses submarinos podem alcançar velocidade, quando submersos, acima de vinte nós e, na superfície, desenvolvem cerca de doze nós. O casco é único e possui uma forma hidrodinâmica, o que lhe confere uma velocidade quando submerso maior que na superfície.

Dependendo do seu tipo, os submarinos IKL 209 possuem um comprimento que varia de 54,4 metros (tipo 1100) a 61 metros (tipo 1400). Sua boca máxima é de 6,2 metros e calado de 5,5 metros, para todos os tipos. Utilizam quatro motores diesel MTU, conectados a geradores AEG e um motor elétrico de 5000 HP. A maior potência propulsora dos IKL 209 permite que eles desenvolvam cerca de dois nós a mais do que os seus competidores.

Nos modernos submarinos todos os tubos de torpedo estão localizados na proa. Isto permite, segundo os projetistas entre outras coisas, um melhor desempenho hidrodinâmico.

Os IKL 209 possuem oito tubos de torpedo e podem carregar mais seis de reserva nos seus berços de armazenamento. Podem, portanto, levar quatorze torpedos.

A quantidade máxima de homens que um submarino pode abrigar é um número importante no mercado, principalmente para as marinhas de países pouco desenvolvidos. Nelas, o despreparo do homem obriga a que suas guarnições sejam maiores.

Os IKL 209 tipo 1400 podem abrigar cerca de 31 homens. Os estaleiros ingleses tiveram um grande sucesso, no passado, com a venda de seus submarinos "Oberon". Canadá, Austrália, Brasil e Chile adquiriram e ainda possuem esses navios em atividade.

Sentindo a Marinha Real a necessidade de substituir seu "Oberon" e, o "Vickers Shipbuilding Group" a possibilidade de continuar competitivo no mercado, desenvolveram uma classe de submarinos, de 2400 toneladas quando submersos

batizada com o nome de "Upholder". Desenvolve velocidade de 12 nós na superfície e 20 nós submerso. Ao contrário dos "Oberon", o "Upholder" possui casco único, seguindo a tendência moderna. Suas dimensões são maiores que as dos alemães, com 70,3 metros de comprimento, por 7,6 metros de maior boca e 5,5 metros de calado. Possui dois motores diesel "Paxman Valenta", dois geradores e um motor elétrico de 5400 hp. Todos os seis tubos de torpedo estão localizados na proa. O "Upholder" pode armazenar mais 16 torpedos nos seus berços.

A Marinha Britânica já encomendou à Vickers quatro desses submarinos. Não se tem notícia de alguma encomenda externa, muito embora algumas marinhas como a australiana estejam cogitando a uma aquisição.

Os estaleiros franceses, o "Cherbourg", o "Dubigon", e o "Brest" estiveram bastante ativos nas últimas décadas produzindo os submarinos dos tipos "Narval", "Daphané" e "Agosta" para a Marinha Francesa e para a exportação. Exportaram para o Paquistão, Portugal, África do Sul e Espanha.

A "Direction Technique des Constructions Navales" (DTCN), empresa estatal que projeta sistemas navais, desenvolveu e, ao estaleiro "Dubigeon" foi dada a incumbência de construir o novo submarino convencional francês, o tipo CA.

A DTCN afirma ser o CA uma nova geração de submarinos convencionais que capitaliza a tecnologia desenvolvida em seus submarinos nucleares, obviamente, sem a propulsão nuclear. Segundo o projetista, grandes avanços foram conseguidos no tipo do aço empregado no casco resistente, de alta elasticidade; nos baixos níveis de ruído irradiado; nos sistemas de propulsão; no controle da atitude do navio; nos pilotos automáticos de alta rapidez de resposta e na automação e centralização de controles. Esse grau de automação permite que a guarnição do submarino possa ser reduzida para 20 homens.

Suas principais características são: velocidades de 20 nós mergulhado e 12 nós na superfície; deslocamentos de 1050 toneladas na superfície e de 1160 toneladas, mergulhado; suas dimensões são 59,8 metros de comprimento, 5,33 metros de maior boca e 5,65 metros de calado; possui seis tubos de torpedo a vante e a possibilidade de carregar mais seis torpedos nos berços e; tem dois motores diesel, dois alternadores e um motor elétrico de propulsão de 1900 Kw.

Os submarinos holandeses das classes "Dolfijn" e "Zwaardvis" foram construídos nas décadas de sessenta e setenta, respectivamente. Para substituí-los, a Marinha holandesa desenvolveu e encomendou quatro submarinos da classe "Walrus" ao "Rotterdamse Droogdock Mij", localizado em Rotterdam e com grande tradição na construção desse tipo de navio.

O "Walrus" é na verdade um desenvolvimento do "Zwaardvis", guardando uma grande similitude no que se refere às suas dimensões e silhueta. Entretanto, como não poderia deixar de ser, os sistemas que compõem os dois submarinos são completamente diferentes.

Para que o "Walrus" pudesse operar em profundidades mais elevadas, foi utilizado um aço especial na construção do seu casco resistente e diversas modificações foram introduzidas no sistema hidráulico.

A Marinha holandesa optou por colocar os lemes horizontais do submarino na vela e não na proa. Os projetistas afirmam que o novo arranjo permite uma melhor manobrabilidade, quando submerso, em submarinos desse porte; produzem

menos ruídos nos hidrofones dos sonares a vante e; não precisam ser retraídos, quando o submarino atracar ao cais.

Uma outra alteração no projeto foi a colocação de lemes "verticais" em "X". Os projetistas garantem que com isso o calado a ré é diminuído e que também, para submarinos desse porte, uma combinação desses lemes, com os localizados na vela, controlados por computadores, concorrem para formação de um sistema simples e eficiente que permite um controle bastante preciso da atitude do submarino nas três dimensões.

As características principais do submarino, disponíveis até o momento são: desenvolve velocidades de 13 nós na superfície e de 20 nós quando mergulhado; desloca 2450 toneladas na superfície e 2800 toneladas mergulhado; suas dimensões principais são 67,7 metros de comprimento, 8,4 metros de boca máxima e calado de 6,6 metros; possui três motores diesel "Pielstich", três alternadores e um motor elétrico; é dotado de quatro tubos de torpedo a vante e; apesar dos projetistas afirmarem que o índice de automação do submarino é bastante elevado, pode transportar 49 homens na sua tripulação.

A Marinha holandesa pretende adquirir, em princípio, quatro desses submarinos mas, até agora, só assinou contratos com o estaleiro para a aquisição dos dois primeiros. A Holanda não tem tradição de venda de submarinos para o exterior e, até o presente momento, só se tem notícia de ser o "Walrus" um dos submarinos cogitados pela Marinha australiana para sua próxima aquisição.

Perspectivas para o Brasil — O Brasil está empenhado num ambicioso programa de construção de submarinos.

A par de construção de um IKL 209-1400 na Alemanha, o Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ) se prepara para a construção de três unidades no Brasil.

Em paralelo, está a Marinha projetando um submarino nacional com a assistência técnica da IKL. Caso esse programa venha a se concretizar, o que todos almejam, o Brasil deverá ser capaz de projetar e construir seus próprios submarinos e, ingressar no mercado mundial como fornecedor desses navios.

E quais seriam as perspectivas de mercado para o Brasil?

Com toda a certeza teria o Brasil que se voltar para os países do chamado terceiro mundo e tentar vender seus submarinos.

Um mercado potencial são os países que já possuem submarinos e necessitam substituí-los. A época em que se espera o Brasil deva entrar no mercado, o Chile, a Indonésia, a China nacionalista e a Venezuela devem estar em fase de substituição de sua Força de Submarinos.

A Índia, a Argentina e a Turquia, a exemplo do Brasil, estão adquirindo submarinos na Alemanha e tentando iniciar um processo de construção de seus próprios submarinos. Caso tenham sucesso nos seus intentos, serão competidores do Brasil e não prováveis compradores.

A Austrália, a Dinamarca, Israel, Portugal e o Paquistão já possuem submarinos em vias de se tornarem obsoletos. Alguns desses países já pensam em substituí-los e os demais, brevemente, terão que fazê-los. Essa substituição deverá se efetuar com o Brasil fora do mercado.

A Coréia do Sul é atualmente um mercado promissor. Já está em contato com diversos estaleiros para adquirir submarinos. Entretanto, no contrato de compra exige uma grande transferência de tecnologia e autorização para a exportação

desses navios. Essas exigências têm espantado os vendedores.

Existem países do terceiro mundo que possuem submarinos convencionais soviéticos, por empréstimo ou vendidos. São eles a Argélia, Bangladesh, o Egito e a Líbia. Esses países, caso não continuem na linha dos submarinos soviéticos podem se tornar clientes do Brasil.

Alguns países possuem vínculos bastante fortes com certos estaleiros e, dificilmente quebrarão esses vínculos. A Noruega é um cliente tradicional da Alemanha face a acordos industriais entre os países. Outro caso parecido é o da Espanha, onde o estaleiro "Bazán" está firmemente voltado para a área francesa, com quem inclusive possui um acordo para a construção de submarinos da DCTN.

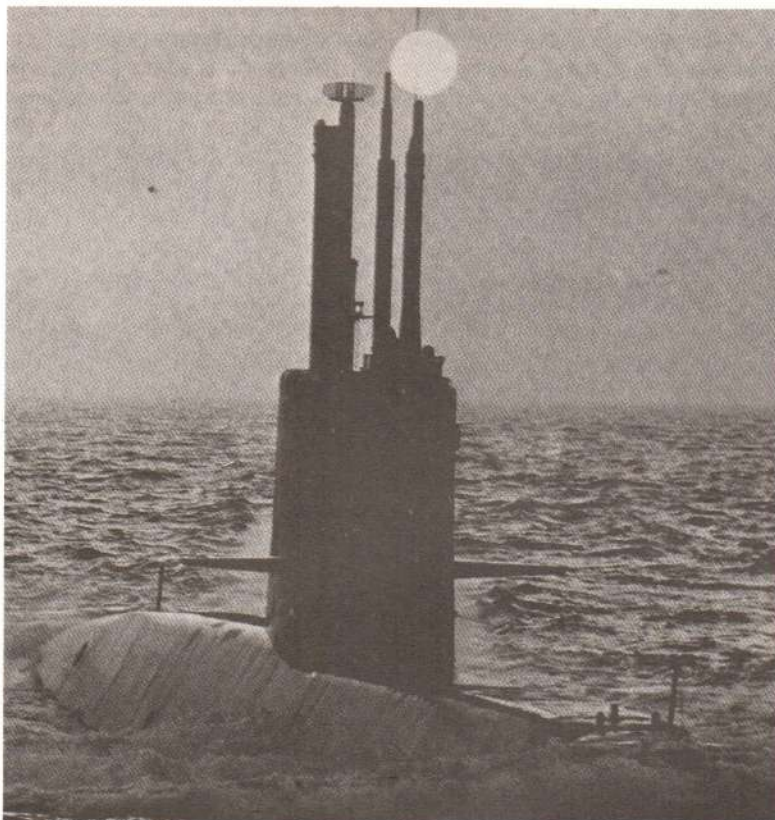
Finalmente, existem países que ainda não possuem uma Força de Submarinos mas podem se tornar um mercado num futuro próximo ou remoto. Entre eles, pode-se citar: o Irã, o Iraque, a Nova Zelândia, a Nigéria, a Arábia Saudita, a África do Sul, a Tailândia e o Marrocos.

Conclusões. Nos últimos anos a Alemanha tem se tornado a grande fornecedora de submarinos convencionais para os países do terceiro mundo. Isto se deve não só à excelência dos seus navios como também a fatores históricos.

O mercado de submarinos tem características próprias que o distingue dos outros. O submarino é um arma ímpar que exige da marinha que a possuir uma estrutura bem montada para mantê-lo e operá-lo convenientemente. Esse fato restringe o número de marinhas que a podem adquirir. Entretanto, a marinha que tem submarinos ganha em "status" e quase todas as marinhas almejam agregar essas plataformas ao seu inventário.

O Brasil, caso venha a ter sucesso no seu programa de construir seus próprios submarinos, tem um mercado potencial à sua frente, principalmente na medida em que marinhas dos países menos desenvolvidos se disponham a incorporar essa arma a suas esquadras.

TR — 1700



"Classe Santa Cruz" — Modern Submarine Warfare

Ao encontrar o artigo "Submarinos Argentinos- classe SANTA CRUZ" publicado na revista DEFENSA, não tive dúvidas que ele poderia ser de interesse para todos submarinistas, por ser atual e abranger um período desde a decisão de se construir o submarino na Argentina, até a sua prontificação.

Confesso que, ao terminar a tradução, estou um pouco decepcionado. O artigo nada mais é do que uma enorme propaganda do TR-1700. Para o autor ele é o submarino convencional perfeito, tudo nele, desde o desenho até seus equipamentos, é o que existe de melhor e mais moderno no momento.

E será essa a realidade?

Por ocasião da Operação Fraternal de 1986, eu estava embarcado no S. AMAZONAS, como Chefe de Máquinas, e tive a oportunidade de visitar o "SANTA CRUZ" em sua base, "Mar del Plata". Confesso que todos nós ficamos impressionados com o submarino. Seu desenho interno é extremamente confortável para a tripulação e pudemos constatar, "in loco", as facilidades disponíveis, tais como: seu quarto de serviço ser reduzido a apenas quatro homens, mesmo estando o navio em carga de baterias, utilizando os bancos de carga da base. Todo o trabalho dos eletricitistas foi substituído por um "computador de carga". Durante sua operação normal, qualquer informação sobre cada um dos 960 elementos pode ser obtida imediatamente da tela desse computador, acrescido de gráficos de carga e de descarga e estado atualizado da capacidade restante das baterias em qualquer reite solicitado, etc...

Outro aspecto que chamou atenção foi o seu Centro de Combate, a nossa Manobra. A disposição dos equipamentos ao redor do comandante permite, sempre, uma rápida visualização da situação tática, tornando-se desnecessários os de-

locamentos. Seu periscópio de busca, um KOLLMORGEEM, com 3 aumentos, emissão singela de pulso radar, possibilidade de usar câmara de vídeo como acessório, também pareceu-me excelente.

Dois dias após termos chegado a Mar del Plata, atracou o segundo TR-1700, o SAN JUAN após uma viagem de LIMA, no PERU, a Mar del Plata, segundo informações dos próprios oficiais, travessia essa feita totalmente mergulhado e com um SOA médio de 10 nós, não apresentando qualquer problema eletrônico ou nas máquinas.

Que o TR-1700 é um submarino bem equipado, moderno e que impressionou a oficialidade do AMAZONAS, isso não resta dúvida. Precisamos, agora, ter informações operativas dessa classe de navio para uma apreciação final de suas reais possibilidades em combate.

No que diz respeito à construção do primeiro TR-1700 no estaleiro DOMEQC GARCIA, a informação que obtivemos, na época, era de que o programa estava bastante atrasado, por falta de verbas específicas para o projeto, podendo o atraso final chegar a mais de dois anos.

Os Submarinos Argentinos TR-1700 "SANTA CRUZ"

Autor: LUIZ PINEIRO

Publicado: REVISTA DEFENSA

Tradutor: CT PAULO VINICIUS CORREIA RODRIGUES JUNIOR

O plano de renovação de unidades navais, aprovado em 1967, pela Argentina, permitiu a aquisição, na Alemanha, dos primeiros submarinos "TIPO 209". Isso constituiu a pedra fundamental do projeto que culminou com o programa de construção de um estaleiro especializado em submarinos, capacitado para satisfazer às necessidades da Armada Argentina com a mais moderna tecnologia e sendo primeiro do seu gênero na América do Sul.

As modernas ações navais requerem um submarino com grande capacidade de imersão, alta taxa de discricção, versatilidade de táticas de ataque, alta velocidade de evasão e longo tempo de permanência no mar. Esses condicionamentos básicos são os que fizeram com que a THYSSEN NORDSEEWERKE, auxiliada pelos submarinistas e engenheiros argentinos, chegasse ao projeto do submarino TR-1700. O Estaleiro Ministro DOMEQC GARCIA, com licença da THYSSEN, constrói hoje esse produto para a Armada Nacional e o oferece a outras Marinhas de Guerra.

O ESTALEIRO DOMEQC GARCIA

A decisão de se construir um estaleiro novo foi o resultado de exaustivas análises das capacidades de construção naval existentes no país, das quais surgiu a conclusão de que a adap-

tação de um estaleiro já existente não satisfaria às condições imprescindíveis para se fabricar um submarino.

O estaleiro foi construído por empresas argentinas de acordo com um cronograma estabelecido para o período de 1978-81, sendo estudado o desenho das instalações e equipamentos pelas empresas HOWALDTWERKE-DEUTSCHE WARFT e THYSSEN NORDSEEWERKE, com base nas especificações argentinas. Tanto o desenho como a capacidade do estaleiro apontaram basicamente para a possibilidade de construir submarinos de aproximadamente 1.700 TON de deslocamento, a um ritmo de entrega de dois submarinos por ano ou um submarino de 4.500 TON por ano, uma vez obtido o ritmo de produção.

O estaleiro está localizado num terreno de aproximadamente 15 hectares, próximo ao canal de acesso sul ao porto de Buenos Aires, fazendo limite com a planta n.º 2 do TALLERES NAVALES DÁRSENA NORTE (TANDANOR), para assim permitir o uso, por parte do DOMEQC GARCIA, do SYNCROLIFT que ali possui aquela empresa. Esse equipamento é um dos de maior potência de içamento no mundo, pois pode operar com navios de até 45.000 TON de deslocamento. O edifício de produção — sem contar o de serviços auxiliares e administração — cobre uma superfície coberta de 35.000m².

Todos os locais do estaleiro contam com pontes de capacidade de acordo com sua função.

Juridicamente, o Estaleiro é uma sociedade anônima de maioria estatal; seu capital, que supera a 70 milhões de marcos alemães, está dividido em 75% do estado argentino e 25% da THYSSEN.

UMA ALTA ESPECIALIZAÇÃO

Atualmente, trabalham no estaleiro aproximadamente 700 pessoas e se prevê que esse número se elevará a 1.100, à medida que se avance na construção e se atinja o pleno funcionamento de todos os setores. Além de cuidadosa seleção e dos contínuos esforços para capacitação de pessoal, que se efetuam em todos os níveis, cabe destacar que foram enviados para a Alemanha meia centena de pessoas, desde gerente até soldados, por períodos desde um até vinte e quatro meses, para aperfeiçoamento nas suas respectivas áreas, na THYSSEN e nos estabelecimentos fornecedores de material. Por outro lado, funciona no estaleiro uma escola permanente para formação de soldados especializados em aço HY-80, sob a supervisão do LLOYD germânico, cujo curso termina com a outorga da habilitação para o profissional poder trabalhar no casco resistente de submarino. Igualmente, a escola ministra cursos de aço inoxidável e de tubos CUNIFE. Os diversos equipamentos que compõem cada submarino são recebidos dos fabricantes após provas de aceitação (FACTORY ACCEPTANCE TEST) e se mantêm em depósitos refrigerados, que asseguram sua conservação inalterada até a montagem final. Os equipamentos e instrumentos relativos aos aspectos táticos das unidades são conservados em locais especiais, com acesso restrito e qualificado.

O material que é montado durante o período de construção recebe a manutenção específica, requerida por suas características particulares, efetuando-se, continuamente, as provas de cada sistema no porto (HARBOUR ACCEPTANCE TESTS) e, posteriormente, de forma individual e sistêmica junto com as provas de mar (SEA ACCEPTANCE TESTS).

As exigências, com respeito à comprovação da qualidade do produto, são, para um submarino, as mais altas que se conhecem. O estaleiro DOMEQ GARCIA deve cumprir as exigências AQAP-4 (ALLIED QUALITY ASSURANCE PUBLICATION 4), que é exigido pela OTAN dos fornecedores de equipamentos militares. O submarino, por sua vez, é construído sob estrita observância das normas NAVSEA, dos EEUU, para o casco e, em geral, das normas da BWB, para construção naval alemã.

A CONSTRUÇÃO

O casco resistente, de forma cilíndrica, que se transforma em cônica na popa, é construído em seções. Estas são armadas na posição vertical e logo postas na posição horizontal, quando são colocadas todas as estruturas internas do casco, cobertas, bases das máquinas, tanques, etc... As seções assim terminadas estruturalmente são transportadas para um edifício separado, para tratamento e pintura. Depois, passam para a linha de montagem, onde são colocadas em carros, sobre trilhos, mantendo distância entre si para que se possa efetuar o alinhamento. À medida que esse é conseguido, as seções

vão se aproximando até se efetuar a união total do casco e a colocação da superestrutura da livre circulação. O submarino é, então, colocado no SYNCROLIFT, levado ao molhe e, finalmente, são realizadas as provas de mar, ficando, assim, o navio pronto para a entrega.

O Estaleiro DOMEQ GARCIA conta com modernas instalações para o adestramento das futuras tripulações, tanto para a operação como para a manutenção dos equipamentos. Os cursos de capacitação abrangem, entre outros, os seguintes aspectos: a) conhecimento técnico-prático do uso dos equipamentos de bordo; b) adestramento operativo nas unidades e nos sistemas de armas; c) manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos; e d) manutenção de base (1º e 2º escalões) para os equipamentos e sistemas de armas.

A documentação especializada se encontra em idioma inglês, em função de se preservar, ao máximo, o original e evitar erros de tradução, principalmente na área de computação ("software e hardware").

O TR-1700 CLASSE SANTA CRUZ

O submarino TR-1700 é um navio oceânico, com propulsão diesel-elétrica convencional e sistema de esnórquel, concebido para ataques contra forças de superfície e submarinos, contra o tráfico mercante de alta velocidade e para operações de minagem. Se distingue por seu desenho avançado, que se traduz nas seguintes características: excelentes condições de estabilidade dinâmica; grande profundidade de imersão, com a mais alta velocidade para submarinos convencionais; grande raio de ação com alto poder ofensivo e capacidade de manobra; silencioso, com um reduzido perfil que o transforma em difícil alvo sonar; e, grande capacidade de baterias e elevada capacidade de carga dos diesel-geradores, o que minimiza a taxa de indiscrição. Em sua configuração existiu, sempre, a preocupação na relação entre as áreas ocupadas e o volume do casco resistente, obtendo-se, assim, um alto rendimento, o que permite uma relativa independência entre os ambientes operativos e os alojamentos, o que resulta em um excelente nível de comodidade para a tripulação.

RESISTÊNCIA DO CASCO

Com uma grande capacidade de imersão, os submarinos classe SANTA CRUZ são dos mais avançados navios convencionais da atualidade, graças a uma excelente margem de segurança de 100%, devido ao casco ser construído com o aço HY-80, o que assegura que a máxima capacidade de imersão pode ser utilizada com segurança pelo comandante do navio. Esse tipo de aço é utilizado atualmente na maioria dos submarinos convencionais por sua resistência e alta qualidade, no que pese requerer uma avançada tecnologia no que se refere à solda. O formato do casco foi provado nos EEUU, visando obter um alto desempenho submerso e foi construído na mais estrita observância das normas vigentes de fabricação de submarinos na US NAVY. O desenho foi concebido com tal flexibilidade que permitiu a incorporação de componentes oriundos de sete países ocidentais. Essa flexibilidade assegura a possibilidade de instalação, no futuro, de equipamentos mais modernos, com a finalidade de prolongar a vida operativa do barco e evitar determinados embargos por razões políticas.

O casco se caracteriza por sua solidez e satisfaz aos requisitos de velocidade e marcha silenciosa. A forma da superestrutura foi estudada tendo em vista diminuir, ao máximo possível, a resistência hidrodinâmica e o ruído. A redução de ruídos próprios no TR-1700 acentua a única vantagem dos submarinos convencionais sobre os submarinos nucleares, isto é, o trânsito silencioso quando utilizando seus motores elétricos. A forma do casco, o desenho do hélice, o motor elétrico principal, os geradores e demais equipamentos foram selecionados não somente por suas boas qualidades, mas também por seu nível sonoro. As montagens a bordo buscaram a maior redução de vibrações possível. Por outro lado, a ausência quase total de superfícies planas no casco e as limitadas dimensões da superestrutura do TR-1700 são fatores que reduzem a possibilidade de detecção por parte dos equipamentos anti-submarinos inimigos.

Para fortalecer ainda mais o casco e diminuir as chances de alagamento, foram reduzidas ao máximo as suas aberturas, especialmente aquelas que operam partes móveis. Sendo seus mastros não penetrantes, resulta numa Manobra de tamanho mínimo, havendo, também, a possibilidade de hidrodinamizar os mastros, o que possibilita uma velocidade de 14 nós em esnórquel, característica exclusiva dos TR-1700.

Esses submarinos podem operar a uma profundidade superior a 300 metros, aproveitando as diferentes camadas térmicas e dificultando, com isso, a detecção. Os argentinos têm certa experiência na matéria, pois, ao que se tem conhecimento, durante a guerra das Malvinas, conseguiram aproximar-se da armada britânica com um submarino tipo 209, o SAN LUIS, e escapar sem danos à perseguição das fragatas e helicópteros inimigos.

MEIOS DE PROPULSÃO

De acordo com a tendência geral hoje vigente, as unidades da classe SANTA CRUZ possuem um só hélice de rotação lenta, de sete pás, de SONASTON, um elemento que se caracteriza por sua boa capacidade de absorver e amortizar vibrações. A forma das pás foi estudada especialmente para reduzir, ao máximo possível, o ruído. O hélice é movido por um motor elétrico SIEMENS, de dupla armadura, montadas sobre um eixo comum, de 4.400 kw de potência. Entre o eixo e o motor de propulsão, existe um acoplamento flexível de amortecimento, a fim de evitar transmissão de vibrações em ambos os sentidos. Como proteção antigolpe e para limitar a sempre preocupante geração de ruídos que passariam para o casco, o motor foi montado sobre suportes antivibratórios.

A corrente elétrica para esse motor e para o resto do barco é suprida por uma quantidade extraordinária de baterias, 960 elementos instalados em duas praças, uma na proa e outra na popa do casco resistente. Cada praça dispõe de sistemas independentes de resfriamento de bornes, por circulação forçada de água destilada, que, por sua vez, é resfriada por intercambiadores de calor. A existência de baterias com grande capacidade permite ao TR-1700 ser muito superior aos submarinos convencionais, em potência e tempo de imersão.

O TR-1700 possui quatro geradores diesel de grande capacidade de carga, para reduzir o tempo de esnórquel. Esses geradores estão acoplados a quatro motores MTU-652, 16 cilindros em V, de quatro tempos, dotados de supercarregador com

acomplamento mecânico e estão instalados no compartimento de máquinas.

O ar para combustão é provido por um mastro de esnórquel retractil, construído pela firma italiana RIVA CALZONI, especialista nesse tipo de material, que segundo declaração dos técnicos, elaborou um sistema excepcional para o submarino argentino. O ar é conduzido por um conduto que se estende pela livre circulação e entra no casco resistente pelo compartimento de máquinas, protegido por uma válvula externa e outra interna, com controle de fechamento automático.

Os gases da combustão dos motores diesel se unem num sistema independente de descarga, sendo expelidos por um difusor no bordo superior da vela quando o submarino navega usando o esnórquel ou por válvula na livre circulação, se o navio navega na superfície.

Nos submarinos o controle de profundidade é feito pela ação dos lemes horizontais de vante e de ré. No caso dos TR-1700 os de vante são colocados na parte alta da vela, para eliminar uma fonte de ruídos perto dos transdutores sonar; também, por causa da localização desses lemes, é possível obter-se uma maior manobrabilidade em imersão, mesmo quando se navegando a baixa velocidade ou em cota próxima da superfície.

O leme vertical e os lemes horizontais são acionados hidráulicamente; o controle de rumo e profundidade é feito por um console combinado para governo e pode ser feito manual ou automaticamente. A combinação de leme vertical com os lemes horizontais proporciona a esses submarinos um sistema seguro de controle em qualquer velocidade ou cota.

Com referência aos tanques de lastro, o TR-1700 possui 4 tanques principais, com suspiros operados hidráulicamente e controlados à distância, na Manobra, ou manualmente, no local. Para ir à superfície, os tanques de lastro são esvaziados por ar comprimido.

Possui uma bomba de compensação, no compartimento da máquina, que permite as manobras de lastro. Possui, ainda, na proa, outra bomba de iguais características. As funções dessas duas bombas podem ser intercambiadas.

A bomba de trimagem, instalada na praça de bombas da proa, transfere água na quantidade desejada entre os tanques de trimagem alternativamente, sendo que essa manobra pode ser feita de forma silenciosa, utilizando-se ar comprimido de baixa pressão.

O sistema hidráulico é composto por plantas independentes, compostas cada uma por um par de bombas hidráulicas — montadas sobre suportes antivibratórios — acumuladores e tanques de suprimento. O controle dos mecanismos hidráulicos se efetua por meio de válvulas solenoides acionadas por controle remoto.

O ar comprimido é armazenado em vários grupos de ampolas de alta pressão localizados na livre circulação e no compartimento de máquinas. O sistema de distribuição de ar é provido de estações redutoras, que diminuem a pressão do ar para a do trabalho requerido em cada caso.

HABITABILIDADE

Em virtude do alto grau de automatização das operações dos submarinos da classe SANTA CRUZ e dos múltiplos controles remotos instalados, é requerida uma tripulação de ape-

nas trinta homens. Prevendo-se cinco homens a mais, como pessoal em missão de instrução, o navio pode acolher até 35 homens sem inconvenientes. No compartimento dos torpedos, pode-se alojar um Grupo de Comandos Anfíbios, no lugar dos torpedos de recarga, em missões de curto ou médio alcance.

As condições de habitabilidade são excelentes e nada comuns para um submarino desse tamanho, com camarotes para os oficiais e suboficiais e dormitórios de seis camas para os demais membros da tripulação. Todos os alojamentos são localizados na proa. Um alojamento para oito oficiais está por ante-a-vante da central de informação de combate (CIC) e compreende 3 camarotes simples, um duplo e um triplo e banheiro com ducha. Outro banheiro está localizado por ante-aré do CIC, junto a outros dois camarotes, um simples e outro quádruplo, para atender aos cinco suboficiais. Todos os camarotes possuem escrivaninha e banco. O alojamento para o pessoal subalterno está localizado na cobertura intermediária, embaixo do CIC, compreendendo camarotes quintuplos e sêxtuplos e banheiro com ducha. Todo o navio possui sistema de calefação e o piso tem um tratamento antiderrapante que serve também para silenciar os passos.

Na cobertura de estar, está instalada a cozinha, cujos equipamentos são totalmente elétricos, dispondo, ainda, de um eliminador de fumaça e de umidade. Junto à cozinha se encontram as duas câmaras frigoríficas, uma de carnes e a outra, de verduras, conectadas juntamente com as geladeiras da cozinha às unidades compressoras independentes, existindo, ainda, uma terceira de reserva. A água do mar para serviços, fria e quente, é derivada do circuito de resfriamento do eixo e do motor, respectivamente. A água doce é armazenada em dois tanques para consumo, cuja reposição se realiza por destiladores de água do mar, de alta capacidade. Da água doce produzida se obtém água para beber mediante um sistema de filtros.

A disposição dos equipamentos, tanto no CIC como no controle da máquina, foi feita tendo-se especial cuidado com os conceitos atuais sobre normas ergonômicas. Nos postos que são ocupados de maneira permanente, estão previstas cadeiras fixas para comodidade do pessoal, aspecto importante no que concerne à qualidade de vida durante as missões. O sistema de ventilação e circulação forçada de ar é acionado por dois ventiladores instalados na proa e popa. Quando se utiliza o esnorquel, trabalha-se em circuito aberto, conduzindo o ar fresco a todos os ambientes habitados, de onde passa para as praças de baterias para em seguida ser aspirado pelos motores diesel. Em imersão, se trabalha em circuito fechado, com controle permanente da percentagem de hidrogênio.

SISTEMAS DE SEGURANÇA

Segundo os técnicos do DOMEQ GARCIA, as unidades da classe TR-1.700 oferecem um altíssimo grau de segurança, comparável ao dos mais modernos submarinos de propulsão nuclear.

Para se comprovar a resistência ao choque de todos os componentes internos, foram utilizadas máquinas especiais de prova em simuladores. Todas as escotilhas estão preparadas para permitir o escape individual em caso de sinistro. Também as escotilhas de embarque de torpedos e do compartimento

de máquinas possibilitam o escape por DSRV. O TR-1.700 possui um compartimento estanque à prova de grandes pressões, no qual poderia sobreviver, durante sete dias, toda a tripulação em caso de acidente grave. Este submarino tem, ainda, um sistema de escape livre, flutuando em uma "cápsula", cada homem da tripulação, um a um.

Dois outros sistemas de segurança, desenvolvidos por estaleiros alemães, são compatíveis com o TR-1.700. O primeiro consiste em uma cápsula, que pode alojar toda a tripulação. Os homens entram através de escotilhas de acesso e, uma vez fechada a escotilha, a cápsula é libertada do casco do submarino e flutua até a superfície. O segundo, de recuperação do navio, é baseado em geradores de gás HIDRAZINA (N_2H_2), recurso que se tem mostrado muito eficaz nos testes realizados. Utilizando o hidrogênio como impelidor, a hidrazina é introduzida com o ar num catalizador, onde se decompõe em nitrogênio e amoníaco que uma vez soprados para dentro dos tanques de lastro, levam o submarino a alcançar rapidamente uma alta aceleração, com elevada ponta para cima, e chegar à superfície em um curto espaço de tempo. Essa técnica pode ser empregada para emergência em grandes profundidades, se funcionarem mal os lemes horizontais ou em caso extremo de alagamento.

VELOCIDADE DE ESCAPE

Para escapar de qualquer ação anti-submarino, além da navegação silenciosa e profunda, os submarinos da classe "SANTA CRUZ" dispõem de sua elevada velocidade que chega aos 25 nós, mantida por 1 hora, ou de 20 nós, mantida por mais de duas horas. O que esses tempos e velocidades representam para o comandante de uma unidade de busca AS, para cobrir o possível rumo de fuga de um TR-1.700, se sua informação de partida tiver somente 15 minutos de atraso, é facilmente entendido por um marinheiro profissional. As curvas de operação demonstram que um TR-1.700 pode navegar até a área de patrulha a uma velocidade de 10 nós, com um tempo de esnorquel correspondente a 1/5 do tempo de travessia, e pode manter-se ali navegando a sete nós, expondo-se somente 1/10 do tempo. Os baixos coeficientes de exposição são conseqüência da grande capacidade das baterias somada ao elevado rendimento de seus geradores diesel, que permitem uma recarga bastante rápida de seus elementos, que supera a de qualquer outro submarino convencional existente.

Como exemplo das características TR-1.700, citar-se-ia que, para uma missão com a duração total de 60 dias e um tempo de patrulha na ZP de 28 dias, a velocidade seria de cinco nós com um coeficiente de exposição inferior a 10%; uma navegação de 4.200 milhas náuticas e tempo de ida de vinte dias, representaria uns 15% de coeficiente de exposição, para uma velocidade de oito nós e uma reserva de combustível de 10%.

O TR-1.700 pode manter velocidades de cruzeiro bem superiores a 10 nós durante 20 horas ou de 15 nós durante 6 horas, o que o capacita alcançar posições favoráveis para lançamento de seu armamento, mesmo partindo dos flancos de uma formatura rápida, intento que um submarino de menor capacidade se veria obrigado a abandonar. As curvas de aproximação mergulhado indicam, ainda, que, mesmo depois de uma prolongada fase de aproximação, o TR-1.700 conservaria suficiente energia em suas baterias para se evadir de qualquer contra-ataque inimigo, fator de capital importância. Es-

se submarino possui, a cinco nós, um raio de ação de 18.000 milhas náuticas, com um coeficiente de exposição inferior a 10%. Isto é igual a 5 meses de navegação, um pouco menos que a circunferência do Equador; naturalmente, muito mais tempo do que poderiam durar os alimentos a bordo e a resistência da tripulação. A oito nós, seu raio de ação é de 14.000 milhas náuticas, com um coeficiente de exposição de cerca de 15%, o que equivale a 72 dias de navegação.

As curvas de rendimento do TR-1.700 demonstram que o navio é capaz de manter uma velocidade de avanço de 13 nós (navegando a 15 e esnorqueando a 10), o que implica em uma grande melhora em relação aos demais submarinos convencionais.

ARMAZENAMENTO DE ARMAS

O TR-1.700 possui uma grande capacidade de armazenamento de torpedos, a qual, somada à precisão dos torpedos guiados a fio e à eficácia dos equipamentos de direção de tiro dão ao classe SANTA CRUZ uma destacada capacidade de combate. Possui seis tubos de torpedos, na proa, desenhados para 533 mm de diâmetro; o sistema permite a utilização de armas menores. Além dos seis torpedos nos tubos, pode ainda levar 16 torpedos ou um número maior, no caso de armamento menor. O eficiente sistema de recarga dos tubos permite armá-los em poucos minutos. A manobra de recarga é feita por meio de um sistema hidráulico. O embarque é feito mediante uma escotilha, colocada na parte superior da proa, o que o diferencia dos submarinos classe 209, nos quais os torpedos são embarcados diretamente pelos tubos superiores.

Os torpedos alemães SST são montados na Argentina, na EDESA (Empresa de Desarrollos Especiales S.A.), nas instalações da FAN — Fábrica de Artefatos Navales — ao lado do Estaleiro DOMEQ GARCIA, com quem trabalha em estreita ligação. Os SST são a variante de exportação dos SUT alemães e são torpedos pesados, guiados a fio em sua fase de aproximação e por seu sonar ativo ou passivo na fase final (alcance de 25 Km, peso 1.370Kg, dos quais 260Kg de carga explosiva).

Quatro dos seis tubos lançadores de torpedos estão preparados para lançar minas, dispondo, no seu interior, de um dispositivo de transporte para elas, operado hidráulicamente. Para o carregamento das minas, é utilizado o mesmo sistema dos torpedos. Os submarinos classe SANTA CRUZ podem, também, disparar mísseis táticos do tipo SM-39 EXOCET ou HARPOON, supondo-se que algum dia a Argentina os adquira.

COMUNICAÇÕES

São utilizados todos os modos de operação possíveis: USB, LSB, CW e FSK para os equipamentos HF, AM para os de UHF, e FM para o VHF — Serviço Naval Marítimo.

Todas as antenas estão montadas no mastro de comunicações.

SISTEMA DEGAUSSING

Um navio com o deslocamento e o tamanho do TR-1.700 é uma grande massa ferromagnética que se magnetiza por indução do campo magnético terrestre. Durante a construção do submarino, devido a choques, diferenças de temperatura,

vibrações, etc..., também se adquire certa graduação de magnetismo permanente, muito perigosa durante a operação do navio em combate, pois poderia ser detectado por um MAD inimigo. A medida mais eficaz para evitar essa detecção é o DEGAUSSING, ou seja, a redução da influência magnética do navio a um nível aceitavelmente baixo para que possa operar livremente.

Foi desenvolvido, para os TR-1.700, um novo e efetivo sistema DEGAUSSING, que consiste de dispositivos de provas, gabinete de controle e um sistema de bobinas para controlar os componentes que produzem a magnetização do casco. Essas bobinas criam um campo magnético no mar, oposto ao do navio, anulando sua assinatura magnética.

SISTEMA DE ARMAS

O TR-1.700 classe SANTA CRUZ é considerado como assunto secreto pela armada Argentina. Devido a essa política de poucas informações, pouco se pode obter.

Igualmente aos classe 209, os classe SANTA CRUZ possuem um sonar ativo/passivo KRUPP ATLAS, cujos hidrofones estão localizados na vela. O telémetro acústico DUUX-5 é composto por três grupos de hidrofones ao longo do casco. Com ele, é possível se obter distâncias do objetivo por meio de cruzamento de marcações sonar, conseguindo-as sobre um arco de 240°.

Como elemento vital de interceptação submarina, aparece o sistema ELEDONE, interceptador de ondas sonoras, que são analisadas por avançados sistemas de processamento de sinais. Com esse equipamento pode-se computar os dados básicos de uma dezena de alvos inimigos ao mesmo tempo e obter a procedência dos sinais, assim como a sua classificação. Todos esses equipamentos estão acoplados ao sistema de direção de tiro holandês HSA.

Como material de guerra eletrônica, os "SANTA CRUZ" contam com uma central KOLLMORGEN SGA SENTRY II, integrada ao equipamento MAGE do navio, recebendo dados da antena do periscopio e da própria antena MAGE. A unidade de apresentação está instalada junto com um receptor, tipo analisador de espectro de baixa frequência. O processador armazena até 128 características de emissões diferentes. O SEA SENTRY II também recopia informações do ELINT para atualizar seu arquivo. Este sistema pode acompanhar, continuamente, até 35 emissões e apresentar 15 delas.

Sem sombra de dúvidas, a incorporação destes poderosos submarinos à Armada Argentina conduzirá a uma apreciável modernização dos equipamentos auxiliares e da doutrina ora existente.

TR-1.700

Deslocamento: na superfície 2116
 mergulhado 2264
 Dimensões: (66 x 7,3 x 6,5) metros
 Tubos de Torpedos: 6 - 21 in.
 Lançador de foguetes: 4
 Máquinas: 4 motores diesel 1680 BHP cada

4 geradores 1.100 KW cada
1 motor principal 9.000 SHP

Tripulação: 26 homens (+ 6 em berços reservas)

Baterias: 8 de 120 células — capacidade: 1 hora — 5850 AH

3 horas — 7.851 AH

Prof. imerso — 300 metros
SDT — SIGNAAL SINBADS

10 horas — 11.900 AH

Comunicações com submarinos. Tecnologia atual. Poderia ser utilizado o Brasilsat pela MB?

PEDRO GOMES DE PAIVA
Capitão-de-Mar-e-Guerra

O eterno dilema dos comandantes de submarinos: Equilibrar a necessidade de se comunicar com a de realizar sua tarefa

A opacidade da água do mar às radiações eletromagnéticas que proporciona aos submarinos a sua mais importante característica — a ocultação, também lhe confere uma séria limitação operacional — a dificuldade de comunicações.

A ocultação, a relativa indetectabilidade e a liberdade de movimentação tridimensional na massa líquida permitem ao submarino realizar uma variada gama de tarefas operacionais.

O sucesso do submarino na realização de suas variadas tarefas depende da manutenção de sua ocultação nos mares e da exploração de sua liberdade de movimentação no seio da massa líquida, assegurando o uso do ambiente subaquático a seu favor, para garantir vantagens de detecção, quando atacando, ou proteção, quando se evadindo dos ataques do inimigo.

O progresso da ciência e da tecnologia levou a um notável desenvolvimento do submarino e das comunicações. Não obstante o progresso dos meios de comunicações, que exploraram a pouca penetrabilidade das ondas eletromagnéticas na água do mar e do recente desenvolvimento dos satélites de comunicações, o emprego operativo dos submarinos modernos, revitalizados pela propulsão nuclear e tornados mais poderosos pelo uso de mísseis balísticos e de cruzeiro, continua a ser limitado pela necessidade de reduzir sua liberdade tridimensional e de correr riscos de detecção para poderem se comunicar.

O dilema do comandante entre operar ou comunicar continua, deste modo, tão presente hoje em dia, quanto nos primórdios do emprego bélico do submarino.

COMO SE COMUNICAR COM OS SUBMARINOS?

As comunicações com os submarinos mergulhados podem ser realizadas empregando dois métodos: o acústico e o ele-

tromagnético. A figura 1 apresenta um esquema com os principais meios modernos de comunicações com os submarinos.

O método acústico é baseado em transmissão do tipo sonar, em voz ou pulsos, empregando o próprio sonar, o telefone submarino e bóias radioossônicas especiais. O seu alcance prático é limitado a algumas milhas e é fortemente influenciado pela existência e variações de camadas térmicas nos oceanos. Taticamente é utilizado para comunicações a curta distância, nos dois sentidos, entre submarinos, entre submarinos e navios de superfície e, através de bóias radioossônicas, entre submarinos e aeronaves.

O método eletromagnético é baseado no uso das ondas de rádio e, atualmente, vem sendo desenvolvido o emprego do espectro das ondas de luz através do laser azul-verde. Seu principal uso, para os submarinos, é para as comunicações a longas distâncias. Pode ser dividido em dois grandes grupos: os que necessitam o emprego de uma antena exposta acima da superfície do mar, à semelhança dos navios de superfície, e os que prescindem deste tipo de antena, atingindo o submarino totalmente mergulhado. Evidentemente, estes dois grupos possuem vantagens e desvantagens e atendem, diferentemente, aos requisitos para as comunicações dos diferentes tipos de submarinos existentes.

COMUNICAÇÕES COM OS SUBMARINOS EMPREGANDO ANTENA EXPOSTA ACIMA DA SUPERFÍCIE DO MAR

Quando se desenvolveu um mastro telescópico que permitiu ao submarino expor uma antena acima da superfície do mar para recepção e transmissão de mensagens, o submarino recuperou todas as possibilidades de comunicações que perdia ao mergulhar. Podendo explorar, deste modo, todo o

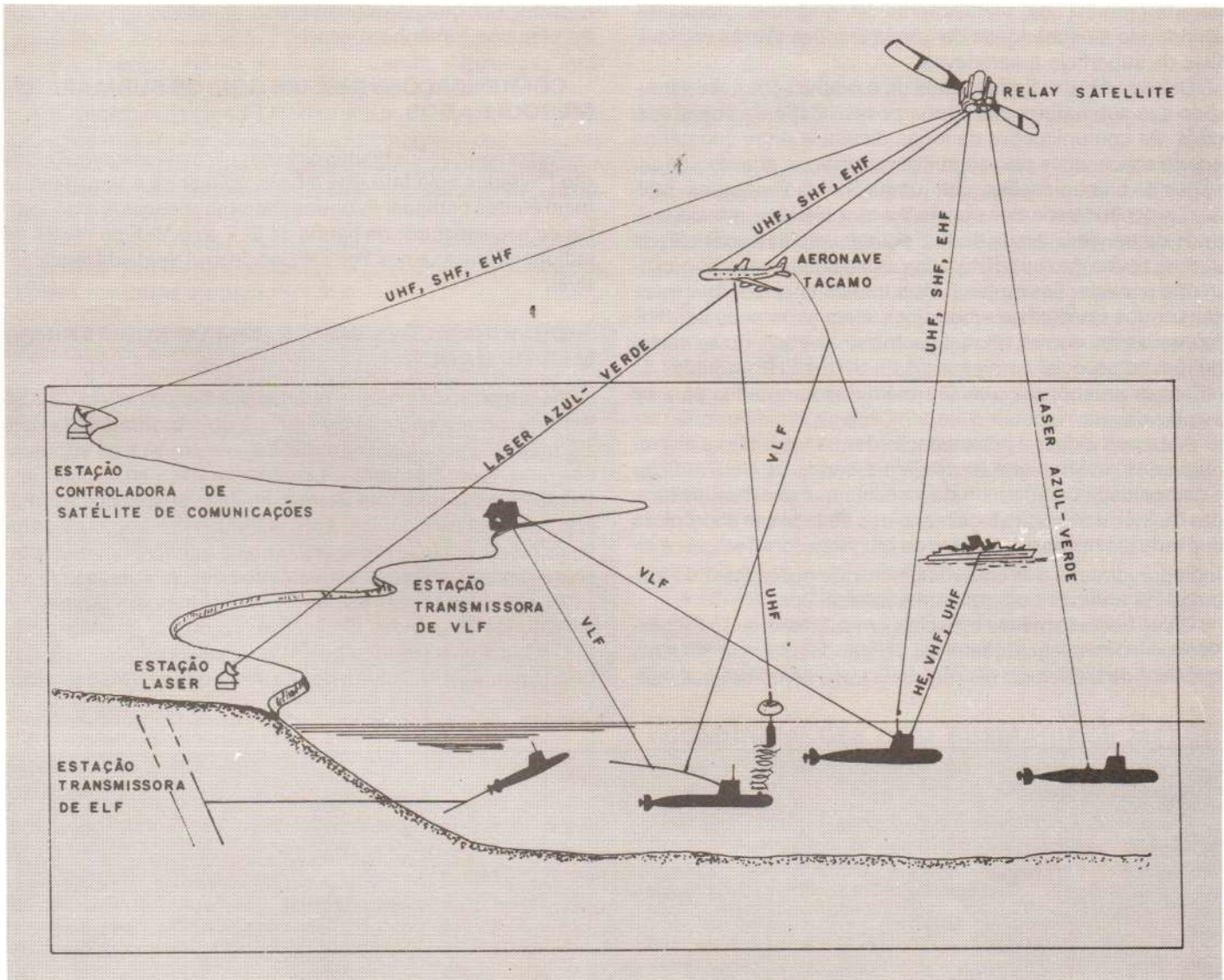


Figura 1. MEIOS DE COMUNICAÇÕES COM O SUBMARINO

progresso das comunicações, entre os quais citamos, entre os mais conspícuos, os seguintes: emprego das bandas de VHF, UHF, SHF e EHF e a possibilidade de comunicações via satélites.

São, evidentemente, válidas para os submarinos todas as possibilidades e limitações do uso das diversas bandas de ondas de rádio para comunicações militares navais. Pode-se dizer que, basicamente, os requisitos militares para as comunicações dos navios de superfície e dos submarinos são os mesmos. As limitações impostas à operação e ao emprego dos diferentes tipos de submarinos, pela necessidade de se comunicar, é que são drasticamente diferentes das impostas às aeronaves de superfície. A exposição de antenas acima da superfície da água do mar, para efetuar transmissão ou recepção de mensagens cria risco de sua detecção radar e/ou visual, detecção MAGE das transmissões, e, obriga o submarino a permanecer na cota periscópica com velocidade reduzida. Estes dois fatos limitam sensivelmente a eficiência do emprego dos submarinos pois implicam na redução das suas duas

maiores vantagens operativas — a discricção e exploração da liberdade de movimento no mar.

As implicações das comunicações na eficácia e eficiência operativa do submarino são tantas, que levaram ao estabelecimento de um procedimento e um controle operativo baseado no mínimo uso de comunicações, principalmente as originadas nos submarinos.

As bandas de MF, HF, VHF, SHF e EHF são utilizáveis pelos submarinos empregando sua antena telescópica de comunicação. As bandas de MF e HF são usadas para comunicações de longa distância submarino-terra e vice-versa. Seu emprego pelos submarinos para transmissão de mensagens implica o risco de detecção pelas estações de radiogoniometria, que permitem a localização precisa da posição do submarino transmissor. Este risco é tão severo para as operações dos submarinos, que é de suma importância a manutenção de silêncio em HF que só é quebrado em ocasiões de extrema necessidade e, mesmo assim, cercado de precauções especiais. As bandas de VHF, UHF, SHF e EHF são empregadas

para comunicações, praticamente até a linha do horizonte, atendendo à necessidade de comunicações táticas com navios de superfície e aeronaves.

Com o advento dos satélites de comunicações, foi estendido aos submarinos mais uma possibilidade de comunicações. As comunicações de longa distância entre submarino e terra e vice-versa passaram a ser realizáveis através dos satélites de comunicações, com uma série de vantagens: rapidez, independência das condições ionosféricas, alta capacidade de transmissão de dados, pouca e rápida exposição da antena acima da superfície, e impossibilidade de radiogoniometria por estações de terra. Para transmitir ou receber mensagens dos satélites os submarinos usam as antenas de UHF, montadas no mastro normal de comunicações, ou se valem de mastro especial com antenas de SHF e EHF, providas de refletores parabólicos que são mantidos apontados para os satélites.

A vulnerabilidade à interceptação das transmissões e ao bloqueio dos satélites que empregam a banda de UHF indicou a necessidade de emprego de satélites que usassem as bandas de SHF e EHF, que facilitam o uso de técnicas eletrônicas que reduzem as possibilidades de bloqueio, interferência e de radiogoniometria das emissões, mas que necessitam do emprego de antenas com refletores parabólicos.

O uso destas antenas especiais em submarinos só foi possível com o emprego de satélites de grande potência de transmissão e de tecnologia eletrônica de tratamento de sinal mui-

to avançada que permitiram o uso de refletores parabólicos de pequeno tamanho e peso.

COMUNICAÇÕES DIRETAS COM OS SUBMARINOS MERGULHADOS

As comunicações diretas com os submarinos mergulhados são limitadas pelo fato que a água do mar só é transparente (para efeitos práticos) às ondas eletromagnéticas em três partes de seu espectro: na banda de ELF e de VLF da região de radiofrequências e nas frequências de azul-verde da região visível.

COMUNICAÇÕES EM VLF COM OS SUBMARINOS MERGULHADOS

As transmissões de alta potência na banda de VLF (3 a 30 KHZ) penetram na água do mar até uma profundidade de 6 a 9 metros. Para receberem mensagens em VLF os submarinos empregam três tipos de antenas: antena em "loop" instalada na parte mais alta da vela, limitada ao uso dos submarinos na cota periscópica, antena flutuante rebocada e antena instalada em bóia rebocável (antena bóia). A figura 2 apresenta uma visualização esquemática destas antenas.

As estações transmissoras de VLF empregam um parque de antenas de grandes dimensões, da ordem de mais de 10 Km² e transmissores com potência de várias centenas de KW (Vide figuras 3 e 4). Apesar de seu alto custo e baixo benefício-

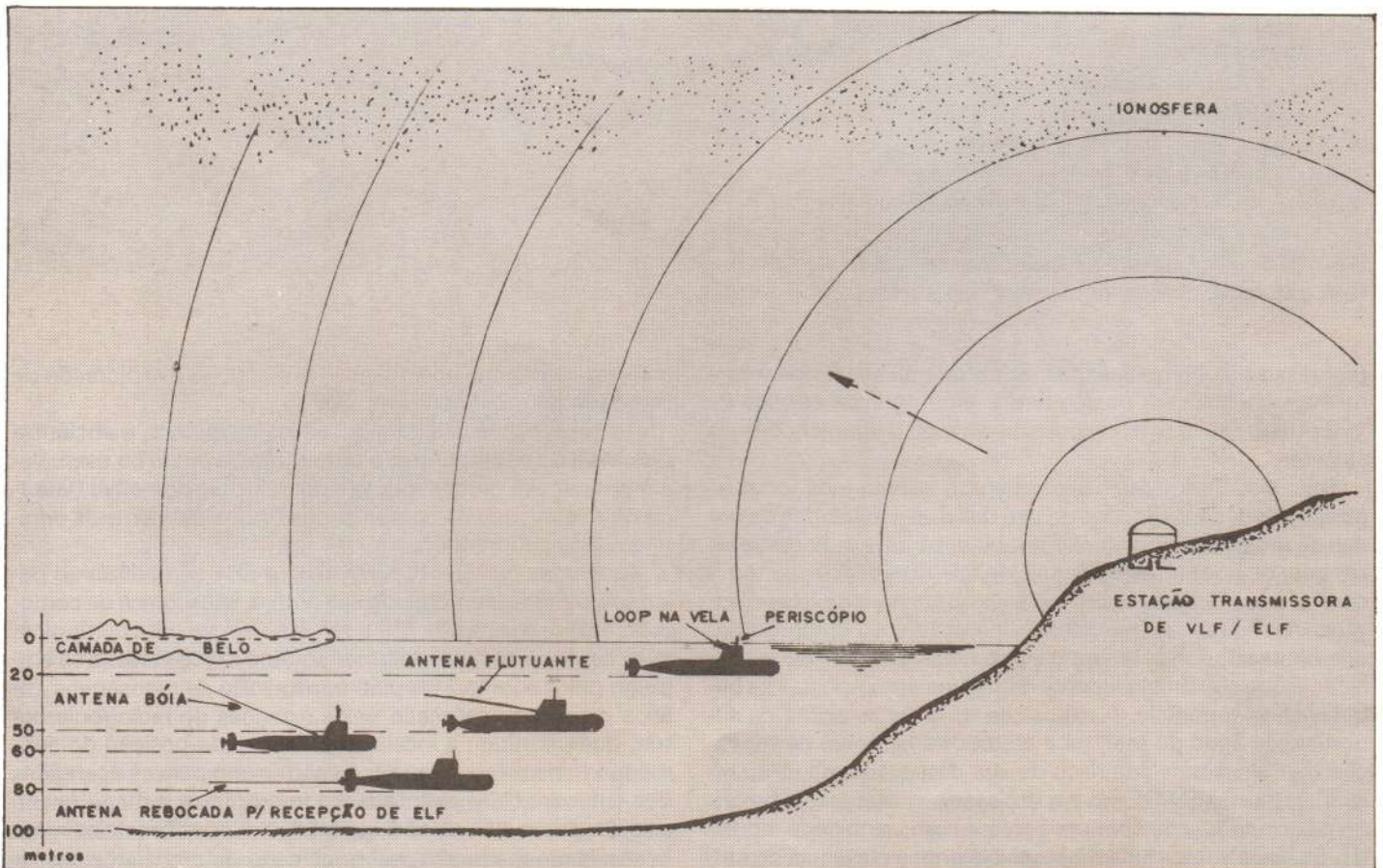


Figura 2 — ANTENAS DE VLF / ELF

custo vários países vêm construindo estações de VLF, desde a segunda grande guerra. Podemos citar os seguintes: EUA, URSS, França, Itália, Austrália, Japão, Noruega, Grã-Bretanha, China e, mais recentemente, a Índia.

As transmissões em VLF possuem as vantagens de serem praticamente imunes ao bloqueio, independem das variações ionosféricas e penetram na camada de gelo polar, mas têm baixa velocidade de transmissão de informação, limitada à velocidade de um radioteletipo.

Os submarinos ficam restritos em profundidade, velocidade e rumo quando recebendo sinais em VLF. Estas limitações variam conforme a antena em uso.

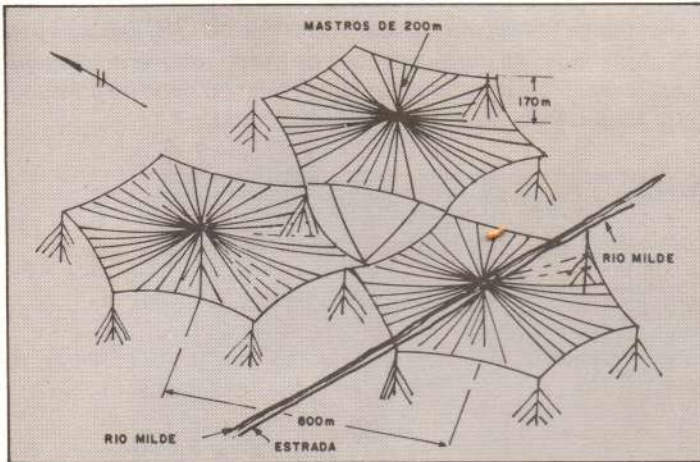


Fig. 3 — Antenas em pavilhões da estação alemã de Goliath

As transmissões contínuas de "broadcast" em VLF para os submarinos são os principais meios de comunicações com os submarinos das Marinhas adiantadas. Para as Marinhas que possuem submarinos nucleares de ataque e estratégicos, VLF é o meio mais efetivo de comunicações. Sendo as estações terrestres de VLF particularmente vulneráveis a ataques nucleares, a sabotagem e a ataques convencionais, um sistema de VLF, baseado em aeronaves EC-130 Q Hércules foi projetado para garantir um meio, com sobrevivência ao "FIRST STRIKE", para manter a capacidade de transmissão de ordens de ataque e de lançamento de mísseis balísticos intercontinentais. Este sistema é conhecido, nos EUA, como TACAMO (Take

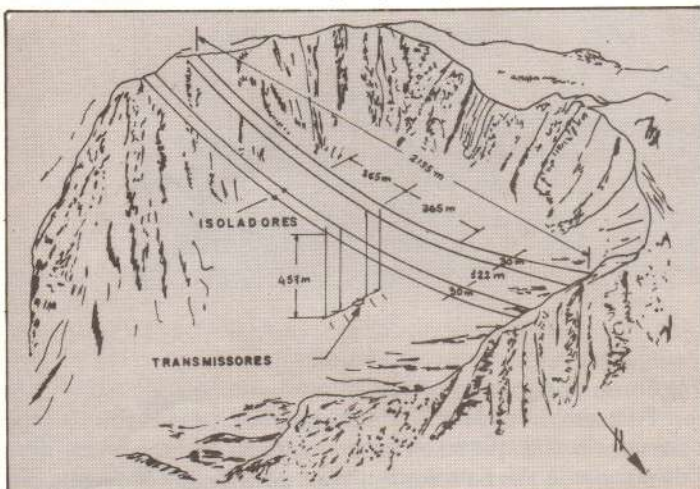


Fig. 4 — Antenas da estação VLF americana de Haiku (Haval)

Command and Move Out) e na França, como ASTARTE (Avion Station Relais de Transmissions Exceptionales).

COMUNICAÇÕES EM ELF COM OS SUBMARINOS MERGULHADOS

Procurando superar as limitações impostas pelo sistema VLF à operação dos submarinos nucleares, os soviéticos e norte-americanos desenvolveram o sistema ELF (3 HZ a 3 KHZ). Este sistema que permite um alcance praticamente mundial, penetração de sua transmissão na água do mar até uma profundidade de algumas centenas de metros, é, praticamente, imune a ataque nuclear e penetra mais profundamente na camada de gelo do mar polar do que o sistema VLF.

Entretanto, o sistema ELF apresenta três grandes desvantagens: a antena transmissora é de comprimento da ordem de vários milhares de quilômetros, o sistema transmissor sendo pouco eficiente necessita de uma potência da ordem de 300 MW, com custo de até 300 milhões de dólares (a preços de 1968) e, finalmente, por empregar frequência muito baixa, tem pouca capacidade de transmitir mensagens. Exemplificando, o sistema necessita de cerca de quatro minutos para transmitir uma mensagem de três caracteres.

Os soviéticos já operam uma estação de ELF, instalada na península de Kola, desde 1983, e os americanos já testaram uma estação experimental que conseguiu comunicações com seus submarinos nucleares na máxima profundidade operativa.

COMUNICAÇÕES COM SUBMARINOS MERGULHADOS USANDO LASER AZUL-VERDE

O desenvolvimento de sensores óticos de grande sensibilidade vem permitindo testes de um sistema ótico, baseado na faixa azul-verde do espectro visível, para comunicações de terra para o submarino. O transmissor emprega laser azul-verde e pode ser instalado em terra (estacionário), ou em veículo terrestre ou aeronave. O transmissor direciona seu feixe de laser para um satélite retransmissor que o reflete para um submarino mergulhado, situado a grandes distâncias. O submarino recebe o feixe laser através um sensor especial, montado em seu casco, que permite a recepção até profundidades de cerca de 700 m, que variam conforme a existência de nuvens e com a transparência da água do mar. Como vantagem adicional este sistema de comunicações não impõe qualquer restrição de velocidade para o submarino.

O sistema encontra-se em desenvolvimento nos EUA, sendo que, já foi comprovado, em 1984, através a transmissão de mensagem de uma aeronave para submarino mergulhado a várias centenas de pés. Espera-se que este sistema esteja operacional dentro dos próximos dez anos.

É POSSÍVEL UTILIZAR O BRASILSAT PARA COMUNICAÇÕES COM SUBMARINOS DA MB?

O BRASILSAT é um satélite de comunicações geoestacionário sobre a Amazônia, que emprega frequência de trabalho da banda de SHF e que tem como propósito a cobertura de telecomunicações da Amazônia. Como tal, sua potência e frequências foram planejadas para a cobertura desejada e para permitir o emprego de antenas parabólicas compatíveis com

o uso terrestre (com diâmetro mínimo de 3 metros). Vide figura 5.

A maior dificuldade de emprego do BRASILSAT para comunicações com os submarinos, dentro da pequena área oceânica coberta, reside na impossibilidade de se instalar antenas parabólicas de grande diâmetro e de elevado peso em mastro de submarino. O BRASILSAT, para se adequar as comunicações com os submarinos da MB deveria empregar a banda de UHF, que permite a utilização de antenas, tipo dipolo, compatíveis com o emprego nos submarinos e utilizar transmissores de alta potência (cerca de 5KW). Como usam a banda de SHF ou EHF, para permitir o emprego de antenas parabólicas de pequeno diâmetro e peso, os submarinos, devem ser dotados de receptores especiais com avançado sistema de tratamento de sinal de pequeno porte (algo semelhante ao analisador espectral usado pelos submarinos da classe "Humaitá").

POSSIBILIDADES DE COMUNICAÇÕES DOS SUBMARINOS DA MB

Os submarinos da MB são dotados e operam todos os meios modernos de comunicações que dependem do emprego de antena de comunicações exposta acima da superfície do mar, excetuando, apenas, as comunicações via satélite. No que tange as comunicações acústicas, nossos submarinos operam telefones submarinos e podem utilizar os sonares ativos para transmissão de mensagens em código.

Para as comunicações radioelétricas de terra para o submarino é empregada banda de MF-HF em emissão de voz, telegrafia, ratt e morse acelerado. Essas transmissões são, normalmente, feitas pelo processo Sem Recibo (SR) Especial para Submarinos. As comunicações de bordo para terra são realizadas em MF-HF, empregando os mesmos tipos de emissões de terra-bordo exceto o morse acelerado.

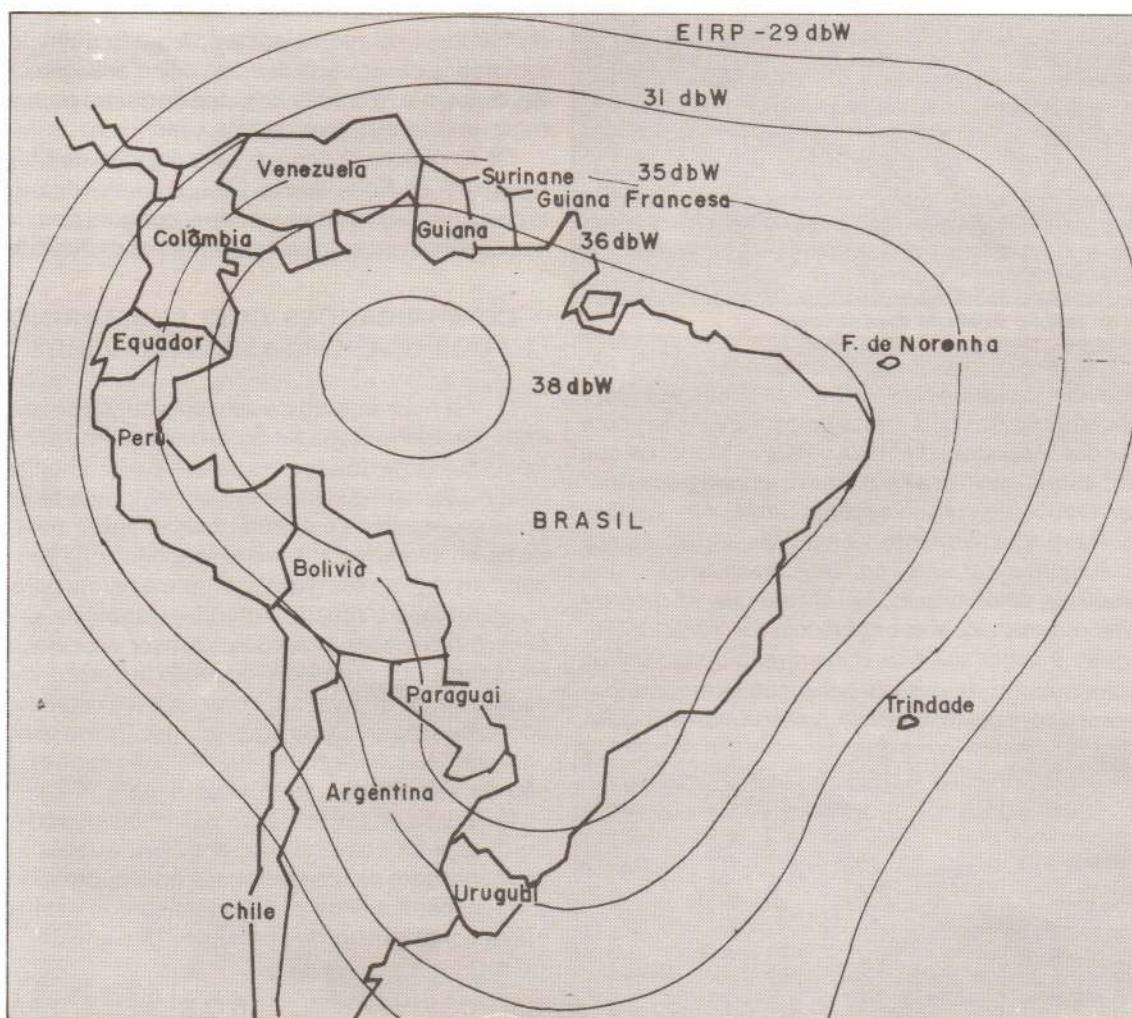


Figura 5. DIAGRAMA DE COBERTURA DO BRASILSAT

No tocante às comunicações de terra para bordo, que dependem de antena exposta acima da superfície do mar, ressalta que, apesar de não existirem no Brasil estações transmissoras de VLF, nossos submarinos são dotados de meios de recepção, que já existiam a bordo por ocasião de sua aquisição ou construção.

Para aumentar a capacidade operativa de seus submarinos convencionais, que se encontra muito limitada pelo emprego da banda de HF para transmissão de SR, a MB deveria dar continuidade ao seu planejamento de instalação de uma es-

tação ou construção.

tação de VLF no Brasil. Uma das primeiras ações que se fazem urgentes é garantir a aquisição imediata de uma área litorânea adequada, fugindo à especulação imobiliária.

CONCLUSÕES

O progresso da ciência e da tecnologia conseguiu comunicações de terra para o submarino navegando totalmente mergulhado, com um mínimo de restrições operativas. No tocante às comunicações dos submarinos para terra, o emprego dos satélites de comunicações, as tornaram muito rápidas, reduzindo a possibilidade de detecção da antena transmissora. Apesar disso, ainda hoje em dia, comunicar leva à redução da capacidade operativa do submarino.

O sistema VLF que teve a sua origem ainda na 2ª GM teve sua grande serventia no emprego em submarinos estratégicos lançadores de mísseis balísticos, garantindo comunicações quase que contínuas. A vulnerabilidade de suas estações transmissoras a ataques foi contornada pelo emprego de aeronaves que continuam mantendo contacto VLF com os submarinos mergulhados, mesmo após a destruição das estações transmissoras.

O pequeno alcance em profundidade do VLF foi ampliado com o desenvolvimento do sistema ELF. Limitado pela sua baixa capacidade de envio de mensagens, o sistema ELF é empregado como um alarme que determina que os submarinos, que estavam em maiores profundidades, subam para receber mensagens em VLF.

O emprego do laser azul-verde deverá revolucionar as comunicações com os submarinos, pois alcança o submarino mergulhado a grandes profundidades, com elevadíssima capacidade de transmissão de dados e sem necessidade de uso de antenas flutuantes ou rebocáveis.

Apesar de todos os avanços das comunicações com os submarinos, a banda de HF não perderá o uso, por ser uma alternativa muito confiável.

A MB deveria desenvolver esforços para dar continuidade ao programa da estação de VLF, pelo menos adquirindo uma área litorânea adequada.

O emprego de satélites de comunicações pelos submarinos da MB deveria ser estudado, uma vez que o Brasil já opera o BRASILSAT, e que o desenvolvimento de receptores especiais com tratamento de sinal permitiria o emprego de antenas parabólicas de pequeno diâmetro e peso, compatíveis com o emprego do BRASILSAT com os nossos submarinos.

A Tabela 1 sumariza os modernos meios de comunicações empregados pelos submarinos.

Sumário das Comunicações com os Submarinos

TIPO	MÉTODO USADO	ANTENA USADA PELO SUBMARINO	ALCANCE	NOTAS
DE TERRA	HF	MASTRO DE COMUNICAÇÕES	MUNDIAL	SUBMARINO DEVE ESTAR NA COTA PERISCÓPICA EXPONDO UMA ANTENA
	VLF DE ESTAÇÕES COSTEIRAS	LOOP NO TOPE DA VELA	ATÉ 5000 MILHAS	SUBMARINO DEVE ESTAR NA COTA PERISCÓPICA

		BÓIA-ANTENA		SUBMARINO EM COTA PROFUNDA
		ANTENA-FLUTUANTE		SUBMARINO EM COTA PROFUNDA SUBMARINO PODE ESTAR NAVEGANDO SOB GELO
	VLF DE AERONAVES ESPECIALIZADAS	LOOP NO TOPE DA VELA BÓIA-ANTENA ANTENA-FLUTUANTE	PROVAVELMENTE MENOR QUE 1000 MILHAS	COMO NO VLF DE ESTAÇÕES COSTEIRAS
	ELF DE ESTAÇÕES DE TERRA ESPECIALIZADAS	ANTENA REBOCADA	MUITOS MILHARES DE MILHAS	SUBMARINO EM COTA PROFUNDA SUBMARINO PODE ESTAR NAVEGANDO SOB GELO
DE NAVIOS	UHF-VHF	PEQUENA HASTE NO PERISCÓPIO OU MASTRO DE COMUNICAÇÕES	HORIZONTE PROVAVELMENTE MENOR QUE 10 MILHAS	SUBMARINO DEVE ESTAR NA COTA PERISCÓPICA EXPONDO ANTENA
DE NAVIOS OUTROS SUBMARINOS	TELEFONE SUBMARINO	TRANSDUTOR	POUCAS MILHAS	ALCANCE DEPENDE DAS CONDIÇÕES SONAR
DE AERONAVE	UHF-VHF	PEQUENA HASTE NO PERISCÓPIO OU MASTRO DE COMUNICAÇÕES	HORIZONTE	ALCANCE DEPENDE DA ALTITUDE DA AERONAVE
VIA BÓIAS RÁDIOS- SÔNICAS	TELEFONE SUBMARINO PARA BÓIA TRANSMISSÃO RÁDIO PARA E DA BÓIA PARA AERONAVES OU NAVIOS	TRANSDUTOR	POUCAS MILHAS PARA BÓIA, NAS AERONAVES OU NAVIOS ATÉ O HORIZONTE, DESDE A BÓIA	DESENVOLVIMENTO NOVO NAVIO OU AERONAVE TRANSMITE EM UHF PARA A BÓIA QUE RETRANSMITE PARA O SUBMARINO EM FREQUÊNCIAS DE SONAR
PARA TERRA	VIA SATÉLITE DE COMUNICAÇÕES	PEQUENA HASTE NO PERISCÓPIO OU NO MASTRO DE COMUNICAÇÕES	MUNDIAL	SUBMARINO DEVE ESTAR NA COTA PERISCÓPICA EXPONDO ANTENA EM TERRA
	HF	MASTRO DE COMUNICAÇÕES	MUNDIAL	COMO ACIMA MAS A TRANSMISSÃO PODE SER DETECTADA POR ESTAÇÕES DE RADIOGONIOMETRIA
PARA NAVIOS	VHF-UHF	PEQUENA HASTE NO PERISCÓPIO OU NO MASTRO DE COMUNICAÇÕES	HORIZONTE POSSIVELMENTE MENOR QUE 10 MILHAS	SUBMARINO DEVE ESTAR NA COTA PERISCÓPICA EXPONDO ANTENA
PARA OU-	TELEFONE SUBMARINO	TRANSDUTOR	POUCAS MILHAS	

TROS SUB-MARINOS PARA AERONAVE	UHF-VHF	PEQUENA HASTE NO PERISCÓPIO OU NO MASTRO DE COMUNICAÇÕES	HORIZONTE	ALCANCE DEPENDE DA ALTITUDE DA AERONAVE	VIA BÓIAS	FITA GRAVADA	HORIZONTE	BÓIA TRANSMITE EM UHF-VHF POR AERONAVE OU NAVIOS
--------------------------------	---------	--	-----------	---	-----------	--------------	-----------	--

HIDROGÊNIO: Um novo gás para o mergulho profundo. Características e resultados gerais da experiência Hydra IV

B. Gardette, C. Gordan,
M. Carlioz e X. Fructus.

COMEX, Boul des Océans, 1300
MARSEILLE, FRANCE.

Tradutor: CF (Md) Olímpio Gomes da Silva Filho

I – INTRODUÇÃO

A história do hidrox teve início com Lavoisier e Seguin, em 1789. Nessa ocasião, fizeram porcos da Índia respirarem uma mistura de "ar vital" e hidrogênio puro. Os animais permaneceram longo tempo sem sofrimento aparente. Um século e meio mais tarde, em 1941, Case e Haldane tentaram os primeiros ensaios com o homem e, em 1945, Zetterstrom mergulha respirando Hidrox no mar, em profundidades de 40, 70, 110 e 160 mts, permanecendo várias dezenas de minutos a cada vez, sem apresentar problema algum.

Em junho de 1983, a Comex realizou a operação HYDRA III no mar: 16 mergulhadores, em grupos de 2, até 70 mts. Nessa ocasião H. G. Delouze, Presidente Diretor Geral do Grupo Comex, e J. P. Bargiarelli, Diretor da Comex Pro, respiraram Hidrox durante 5 minutos a 91 metros. A diferença Hidrox/Heliox não foi perceptível a essa profundidade.

A operação HYDRA IV foi realizada no Centro Experimental Hiperbárico (C.E.H) da Comex, em Marseille, no período de 14 de novembro a 2 de dezembro de 1983, representando um "record" mundial, quando seis mergulhadores respiraram mistura hidrogenada sob pressão igual a 300 mts d'água do mar. Os objetivos da HYDRA IV foram, essencialmente, estudar:

- A toxicidade do H₂ hiperbárico;
- O poder narcótico do hidrogênio comparado ao do azoto;
- A ventilação pulmonar sob Hidrox em imersão, no repouso e durante um trabalho muscular;
- A capacidade de trabalho em imersão, medida pela avaliação da frequência cardíaca; e
- A contradifusão isobárica quando da troca da mistura gasosa.

II – MATERIAL E MÉTODOS

As instalações

O centro Hiperbárico, uma parte das instalações do Centro Experimental Hiperbárico da Comex, em Marseille, compreende duas Unidades: a Unidade n.º 1, uma hidrosfera ou vaso molhado, com 5m de diâmetro, abrangendo um volume gasoso Heliox; uma prancha circular, recobrimdo parcialmente a parte úmida ou piscina, cheia de água com a temperatura monitorada, mantida em torno de 30°C; e, uma campânula ou domo, em plástico transparente, sob o qual foram realizados os testes comparativos, com Heliox ou Hidrox em ambiente seco ou em imersão; e, Unidade n.º 2, comunicando com o Laboratório de Eletrofisiologia, uma câmara de vida para oito mergulhadores. Externamente, coordenado com as duas unidades, encontramos o setor de controle operacional. A admissão e exalação de mistura Hidrox foram praticadas de conformidade com as normas de segurança impostas para a utilização do hidrogênio.

As misturas utilizadas

A Saturação foi realizada em atmosfera Heliox (HeO₂), com 400 mbar de O₂, em todos os níveis de vida: 120, 180, 240 e 300m.

Durante os testes comparativos de desempenho Heliox/Hidrox no seco, sob o domo, ou em imersão, os gases inalados foram:

- A) Mistura HeO₂ a 2% de O₂, seguida de,

B) H₂O₂ a 2% de O₂.

As pressões de O₂ inaladas estavam entre 260mbar (120 metros) e 620 mbar (300 metros), segundo o mergulho, mas idênticas nas duas misturas e para uma mesma profundidade.

A 300 metros, duas misturas foram preparadas e testadas:

H₂/He/O₂ (74/24/2%)

H₂/He/O₂ (59/39/2%)

Os mergulhadores

Seis indivíduos entre mergulhadores profissionais, médicos e engenheiros (36 anos ± 6; 1,74 ± 8cm; 73Kg ± 6Kg) participaram da operação Hydra IV, divididos em dois grupos de três.

O método

A compressão até 300 metros se processou progressivamente com paradas de 14 horas aos 120 mts, de 40 horas aos 180 mts e, de 46 horas aos 240 mts. A permanência aos 300 mts foi de 64 horas.

A decompressão a partir dos 300 metros, não foi a usualmente utilizada (linear, direta, contínua) porquanto, por imposição do Programa Experimental, foram estabelecidas duas paradas aos 150 mts, para efetuar testes de exposição durante longo tempo ao Hidrox, e aos 80 mts, para testes comparativos com a narcose ao ar.

Uma primeira série de testes foi efetuada sob ambiente Heliox e, em seguida, sob Hidrox:

Impregnação ou adaptação do ambiente	—	10 minutos
Destreza Manual (DM) — 1 Mão	—	02 minutos
Tempo de Reação Visual de Escolha (TRVE)	—	02 minutos 30''
Multiplicação	—	02 minutos
Reconhecimento de cifras	—	02 minutos
EEG	—	8 a 10 minutos
		Total 30 minutos

Os mergulhadores foram, em seguida, submetidos, após o retorno ao ambiente Heliox, a detecção ultra-sonora de bolhas circulantes durante 4 a 6 horas.

Protocolo dos testes de imersão

Cada mergulhador respirou Heliox durante os 30 minutos iniciais dos testes e Hidrox durante a hora seguinte:

HELIOX:		
— repouso	—	10 minutos
— TRVE	—	2 minutos 30''
— Avaliação ciclo Ergométrica	—	7 minutos
— Repouso	—	5 minutos
— Hidrox — impregnação	—	10 minutos
— TRVE	—	2 minutos 30''
— Cicloergometria	—	7 minutos
— Repouso	—	5 minutos
— Puzzle	—	0 a 30 minutos
— TRVE	—	2 minutos

Tempo alocado 30 a 60 minutos

HELIOX:

- Saída do mergulhador
- Detecção Doppler de bolhas durante 4 a 6 horas
- Durante a fase da operação em meio líquido, os mergulhadores permaneceram sob avaliação de parâmetros fisiológicos, no que concerne ao ECG, à ventilação e à pressão do gás inspirado.

Protocolo das exposições longas sob mistura gasosa específica

A 150 mts, três mergulhadores foram submetidos à exposição prolongada respirando Hidrox em ambiente seco, sob o domo, durante 2, 4 e 6 horas.

Durante o período sob Hidrox, os testes de D.M., multiplicações, reconhecimento de cifras e EEG, foram repetidos a intervalos regulares. Além de, as análises sanguíneas completas serem efetuadas antes da exposição, logo após a saída da campânula e 6 horas após o período sob Hidrox.

III — RESULTADOS E COMENTÁRIOS

O quadro abaixo apresenta o tempo de exposição ao Hidrox, segundo a profundidade e o tipo de mistura inalada:

Profund. (m)	Mistura	Tempo	Nº de mergulhadores	Condições
120	98/2	1 hora	6	seco
180	98/2	30 min.	6	seco
180	98/2	1 hora	6	água
240	98/2	30 min.	6	seco
240	98/2	30 a 45 min.	6	água
300	74/24/2	30 min.	3	seco
300	74/24/2	30 a 40 min.	4	água
300	59/39/2	60 min.	2	água
150	98/2	2h, 4h, 6h	3	seco

Toxidez do Hidrogênio

Um estudo precedente com a Souris (rato branco — ver HYDRA III Souris 1984) demonstrou não haver modificação histológica ao nível do fígado, coração, rins e pulmões, quando os pequenos animais eram submetidos ao Hidrox a profundidade de 600 mts, durante 40 horas (40 Souris).

Na HYDRA IV, as análises sanguíneas e urinárias efetuadas antes e após o mergulho, não mostraram alterações no momento da saída dos mergulhadores do Centro Hiperbárico, ou seja, 6 horas após a última exposição sob Hidrox.

As exposições de longa duração aos 150 mts, não apresentaram modificações significativas dos parâmetros sanguíneos e urinários quando do exame efetuado logo após a exposição ao Hidrox, assim como na análise 6 horas após. Nos parece que o Hidrox não tem influência, mesmo transitória, nesses fatores.

O Hidrogênio se comporta, tudo leva a crer, como gás inerte face ao metabolismo celular.

O poder narcótico do H₂

Alguns aspectos da Narcose pelo H₂ são diferentes daqueles observados na Narcose do nitrogênio, principalmente na sua fase inicial. No que diz respeito à intensidade do fenômeno, o poder psicodislético do H₂ se situa em torno de 1/4 do observado na intoxicação pelo azoto.

A ventilação pulmonar em imersão

Os resultados das medidas realizadas nas condições difíceis de imersão não foram conclusivos (VE e VO₂); no entanto, os mergulhadores profissionais descreveram um extraordinário conforto respiratório sob Hidrox e o desaparecimento da sensação de fadiga durante o exercício do "Ciclo-Rameur", até então observada nos mergulhos Heliox.

Estudo da capacidade de trabalho em imersão, através da avaliação da frequência cardíaca (FC)

O principal interesse das misturas gasosas hidrogenadas, comparativamente ao Heliox, concentra-se na primazia da densidade da mistura gasosa a ser ventilada e, por consequência, na diminuição da fadiga durante o trabalho a grande profundidade. Isso foi estudado através da avaliação da FC durante os mergulhos, no período de repouso e quando dos exercícios físicos no "Ciclo-Rameur".

Os resultados da FC demonstraram:

- ausência de taquicardia excessiva;
- ocorrência de ligeira elevação das FC no mergulho Heliox;
- que o exercício no "Ciclo-Rameur" não provocou taquicardia de esforço significativa (FC de 120 batidas por minuto — bpm durante trabalho de 35 minutos);
- que o aumento da FC durante o mergulho Hidrox foi sempre menor que nos mergulhos Heliox, o que sugere uma diminuição do trabalho ventilatório sob Hidrox, que facilitará o exercício, assim como a recuperação, com repercussão benéfica sobre o ritmo cardíaco;
- que o cálculo do débito cardíaco (FC de esforço — FC de repouso) durante o exercício no "Ciclo-Rameur", per-

mitiu analisar a repercussão, sobre o Sistema Cardio-Vascular, da carga de trabalho de cada mergulhador, em função da sua frequência cardíaca de repouso;

- aos 180 mts, o débito cardíaco médio sob Heliox, foi de + 28 bpm e, Hidrox, de + 20 bpm;
- aos 240 mts, não foi observada diferença significativa entre Heliox e Hidrox (+ 17 e + 16 bpm). A carga de trabalho foi menor (15 Kg durante 3 minutos em lugar de 21 Kg durante 7 minutos a 180 mts);
- aos 300 mts, com os mergulhadores sendo submetidos a mesma carga de trabalho de 15 Kg, observou-se nítida diferença entre Heliox e Hidrox: 23 bpm (binária) e + 16 bpm (terciária 74/24/2);
- não foi registrada nenhuma modificação no traçado eletrocardiográfico sob Hidrox, mesmo em exposições prolongadas;
- nas condições da nossa experiência, o Hidrox não apresentou nenhum poder patogênico sobre o aparelho Cardio-Vascular; e,
- apresentou discreto efeito bradicardizante, que deverá ser confirmado.

A contradifusão isobárica

A passagem dos mergulhadores da mistura Hidrox para Heliox deveria provocar fenômenos de contradifusão isobárica (CDI) do gás inerte, com formação de bolhas circulantes e ou estacionárias. No decorrer da HYDRA IV, a detecção de bolhas através do sistema Doppler e da ecografia, confirma a existência desse mecanismo formador de bolhas (em função do tempo de exposição e da PH₂). O fenômeno, no entanto, não trouxe consequências patológicas.

IV — Conclusão

Podemos nos felicitar pela realização do mergulho simulado experimental HYDRA IV, que comportou o emprego de um gás particularmente delicado no que concerne à sua manipulação. Até o momento, apenas dois tipos de gás eram utilizados como diluente do oxigênio em hiperbária: o Azoto e o Hélio. Presentemente, é possível prever que um gás da 3a. geração, o Hidrogênio, possa estender os limites impostos pela Síndrome Neurológica das Altas Pressões e pelas restrições respiratórias no mergulho profundo. Essa esperança deverá ser confirmada na próxima saturação experimental, HYDRA V, aos 450 mts.

Nota do Tradutor

Após o êxito da HYDRA IV e depois de centenas de mergulhos experimentais a nível animal, a FRANÇA realizou em abril de 1985, a operação HYDRA V com os seguintes objetivos:

- A) Viabilizar um Centro Hiperbárico pressurizável tanto a Heliox quanto a Hidrox, dotado de sistema de regeneração capaz de assegurar, não só a monitorização constante dos parâmetros, como a temperatura, a higrometria e outros, mas, também, o controle automático permanente da PO₂, através da injeção direta de oxigênio na mistura hidrogenada;

- B) Corroborar o efeito anti-síndrome neurológica das altas pressões do hidrogênio e sua ação benéfica sobre a capacidade de trabalho do homem nas grandes profundidades; e
- C) Estabelecer uma mistura "trimix" — Hidrogênio, Hélio e Oxigênio, de concentração regressiva durante a descompressão, capaz de evitar o fenômeno de Contradição Isobárica.

A experiência HYDRA V, realizada com sucesso, não só demonstrou a exequibilidade da utilização do H₂ como gás diluente, como também confirmou ser, no momento, a única alternativa capaz de evitar os problemas até então limitantes da mistura Hélio-Oxigênio, a síndrome de obstrução nasal, a grande resistência expiratória, a diminuição da capacidade de trabalho, a impossibilidade de deglutir alimentos sólidos a grande profundidade, e outros.

A condução de compressão e descompressão utilizada nas experiências anteriores pela Marinha Francesa (ENTEX 6, 7, 8, 9 e 10), foi otimizada, ficando claramente demonstrada:

A) a necessidade da manutenção da velocidade de compressão decrescente com a profundidade variando de 2 min/metro de 0 a 100 mts a 7 min/m aos 450 mts, com paradas de 150 minutos a cada 100 mts, caracterizando uma curva exponencial de compressão.

B) a velocidade constante de descompressão (linear), de 45 min/metro até aos 15 metros e de 60' p/m de 15 a zero mt, com PO₂ de 0,6 — 0,5 bar até 15 metros e de 24% de 15 a 0 metro.

Essas constatações alteraram significativamente o conceito de "Tabelas de Descompressão".

Finalizando, no momento em que a Marinha Brasileira (MB) e a Petrobrás, juntas, estão concluindo a instalação do único Centro Hiperbárico Brasileiro, no CIAMA, com a capacidade de simular mergulhos humanos até 500 mts e animal e material até 1000 mts, nessa fase em que os procedimentos para condução dos nossos mergulhos da saturação estão sendo estudados, o conhecimento de toda essa tecnologia desenvolvida em anos de pesquisa nos Centros Hiperbáricos franceses, representará economia de tempo e divisas no estabelecimento da condução a ser adotada pela MB.

A operação HYDRA IV foi realizada com a participação científica das seguintes entidades:

- CENTRO CARDIOLÓGICO — CANTINI;
- CENTRO MÉDICO — MONTGRAND;
- CEPISMER (Marinha Francesa);
- CERB (Marinha Francesa);
- CERTSEM (Marinha Francesa);
- COMEX HOULDER RESEARCH (Centro de pesquisas Hiperbáricas da COMEX);
- GIS/CNRS (Marinha Francesa);
- GISMER (Marinha Francesa);
- INPP (Inst. Nacional de Mergulho Profissional na França);
- UNIVERSIDADE DE OXFORD; e
- UNIVERSIDADE DE RENNES

Participaram Financeiramente:

Air Liquide; B.P.; BRITOIL.; CONOCO; ELF AQUITAINE; I.F.P.; NUTEC; UGLAND.



PINHEL CONSTRUTORA LTDA - ME

CGC 32.024.093/0001-80

OBRAS CIVIS

CONSTRUÇÕES E REPAROS

ESTRADA DA FAZENDINHA, 13 MORRO DO CASTRO SÃO GONÇALO - RJ

TEL. 717-3097

SOX. O sistema que transforma royalties em salários.

Para conti-
nuar cres-
cendo, o Brasil

tem duas opções: pagar royalties por tecnologia ao exterior ou pagar bons salários a engenheiros e técnicos brasileiros que trabalhem no desenvolvimento das tecnologias de que necessitamos.

Um exemplo é o SOX.

A comunidade de informática - fabricantes e usuários - sabe que precisamos dispor de um *sistema operacional padrão* para os novos equipamentos de 32 bits que começam a chegar no nosso mercado. No exterior existem alguns sistemas que podem nos atender, como o Unix da AT&T, o Xenix da Microsoft ou o Pick da Pick Systems.

Felizmente, não vamos precisar

pagar royalties por eles. Trabalhando durante três anos,

uma equipe de 55 engenheiros da Cobra desenvolveu o SOX, um *sistema operacional* que cumpre as mesmas finalidades daqueles.

A Cobra investiu US\$ 20 milhões nesse projeto. Sendo empresa estatal, tem a obrigação de correr riscos tecnológicos pioneiros. E agora tem o dever de disseminar sua tecnologia, o que está fazendo ao licenciar o SOX para diversas empresas privadas nacionais.

O SOX permitiu à Cobra e vai permitir às demais empresas nacionais ocupar, cada vez mais, engenheiros e técnicos brasileiros desenvolvendo tecnologia. E continuar poupando nossas divisas.

SOX

Reserva de mercado. Antes de tudo uma reserva de trabalho.

cobra
COMPUTADORES

Simuladores de Imagens para Periscópios

DEFENCE, COMMUNICATIONS AND SECURITY REVIEW

Tradução: CT Paulo Vinicius Correia Rodrigues Junior

TREINADOR DE ATAQUE — UMA REALIDADE E UMA NECESSIDADE

O recurso de utilização de simuladores é hoje uma realidade incontestável na formação de pilotos comerciais em todo o mundo. Antes de pilotar qualquer avião, o Comandante-Aluno faz horas e horas seguidas de vôo simulado onde, de forma segura e econômica, se familiariza com a aeronave e simula situações de emergência que, certamente, trariam um grande risco se realmente realizadas.

Para utilização em treinamento de equipes de ataque para submarinos, essa realidade não é diferente. Cada vez mais se busca, nos modernos treinadores de ataque, simular-se o ambiente que poderá ser encontrado por um submarino nas fases de ataque a um comboio, protegido por tantos escoltas ou helicópteros quantos forem desejados.

O Comandante-Aluno é submetido a tantas corridas quantas necessárias, podendo a imagem ser congelada a qualquer momento, para crítica e avaliação das decisões.

É um recurso que não podemos desprezar.

O nosso treinador de ataque, apesar de ser totalmente desatualizado para os padrões modernos é, sem dúvida, a maior constatação dessa realidade. Os cursos ministrados pelo CIA-MA usam, continuamente, suas instalações e, mesmo o curso para Comandantes de Submarinos tem toda uma fase passada nele. Mas, infelizmente, ele cada vez menos atende às necessidades do crescente profissionalismo de que, todos submarinistas, tanto nos orgulhamos.

A instalação de um treinador de ataque moderno deverá ser uma consequência natural da nossa mentalidade operativa. Seu relativo alto custo será totalmente compensado com a formação de Oficiais prontos para enfrentarem as diversas situações de combate, sem que haja a necessidade da utilização de um submarino, em fase III, com o conseqüente desgaste material a que hoje somos obrigados.

No artigo "PERISCOPE SIMULATION" poderemos observar a preocupação da Marinha Inglesa com essa moderna técnica de formação de pessoal.

O Tradutor.

Simuladores de Imagens para Periscópios

Com a entrega, esse ano (1987), de toda uma equipe de Comandantes treinados para guarnecerem os submarinos nucleares classe "TRAFALGAR" da Marinha Inglesa, a Ferranti Computer Systems Ltd, introduziu uma nova e importante tecnologia no mercado dos equipamentos de treinamento militar.

Para uma exata simulação de um sistema de combate para submarinos como requerido para um novo treinador de ataque recém-incorporado, foi, pela primeira vez, utilizado, na Marinha Inglesa, um computador gerador de imagens (CGI) desenvolvido pela Ferranti especificamente para esse tipo de aplicação. O CGI possui a mais exata, flexível e realista apresentação para o Comandante, da visão através do periscópio, a um menor custo e ocupando muito menos espaço do que os métodos anteriores.

A Ferranti vem labutando na área dos treinadores de ataque para submarinos por mais de 15 anos, tendo entregue o primeiro deles à Marinha Inglesa em Faslane, Escócia, em 1970. Esse e os quatro seguintes (2 exportados p/ Austrália e Noruega e 2 outros p/ Royal Navy) utilizavam modelos de alvos muito precisos, montados sobre plataformas giratórias e movidas por um controle central computadorizado. Para dar ao Comandante do Submarino a visão real da situação tática, os modelos eram focados por câmeras de vídeo de alta resolução e equipadas com "ZOOM", o que possibilitava a visualização de aproximação e afastamento dos alvos.

A parte as limitações básicas, o número de alvos em cada exercício era limitado pelo número de plataformas giratórias e câmeras instaladas (um máximo de oito). Os caros e delicados modelos e a distância mínima necessária entre eles e as câmeras, da ordem de 16 pés (5 metros), tornavam o simulador caro e de dimensões muito grandes.

Nesse sistema original, as imagens dos vários alvos são combinadas num "VÍDEO MIXER", que leva em consideração a posição relativa e marcações do submarino e do alvo, e sintetiza o resultado numa apresentação artificial. A grande desvantagem desse sistema é que, sendo ele totalmente mecânico, a manutenção e a necessidade de alinhamento são uma constante.

A busca de uma tecnologia mais avançada e de menores custos de manutenção, além da diminuição do tamanho do simulador, levaram a Ferranti a considerar métodos alternativos para prover essas imagens para os periscópios dos treinadores de ataque. A fidelidade das imagens é o ponto mais importante do sistema, pois a identificação e classificação dos alvos são aspectos dos mais relevantes para o Oficial a ser treinado no simulador. Por essas razões, o alvo gerado deve aparecer para o Comandante-Aluno exatamente igual como ele apareceria ao ser içado o periscópio, no mar, em um submarino.

Em 1981, a Ferranti iniciou o desenvolvimento do CGI, sistema para periscópios. Inicialmente, foram tomados como base os sistemas geradores de imagens para simuladores de aeronaves. Entretanto, esse sistema, apesar de ser extremamente realista, é muito caro e nem sempre apropriado para as espe-

cificações requeridas pela simulação através do periscópio.

A principal diferença entre as duas áreas de aplicação é que, para aeronaves, a geração de imagens requer um movimento através da cena, relativamente lento, enquanto que o sistema visual do periscópio demanda uma série de detalhes altamente precisos dos alvos, movendo-se rapidamente ou não, à medida que o periscópio é conteirado em uma varredura. O programa do computador é, assim, totalmente diferente.

Estudos de exequibilidade mostraram o caminho para o desenvolvimento da solução para o uso do CGI por periscópios nos treinadores de ataque. O problema incluía a alta "Rate" e a alta resolução das imagens, que deveriam ser apresentadas de maneira suave e até sombreadas nas bordas para se obter a perfeita impressão da curvatura da superfície. Em 1983, o desenvolvimento das imagens realistas, de alta resolução teve sucesso, ainda que não em tempo real. A geração de um simples quadro levava alguns segundos, usando-se um computador DEC-VAX, com sistemas padrões gráficos e monitores de TV.

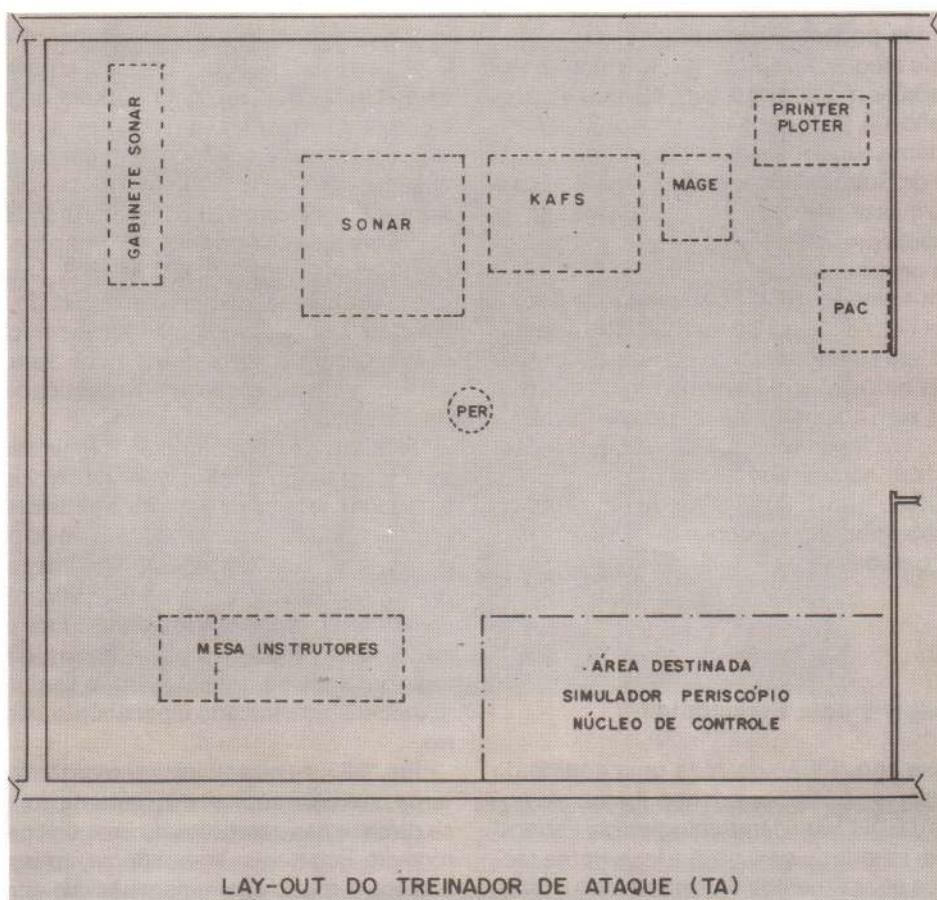
O próximo estágio, desenvolvido em paralelo com o TACTICIAN, treinador de ataque, foi produzir um sistema especial de "HARDWARE" e "SOFTWARE" que garantisse a projeção no tempo real para ser utilizado no simulador de periscópio. Cada imagem teria que ser criada a uma velocidade cem vezes mais rápida que no sistema VAX. Uma rápida "Rate" de seqüência de imagens é necessária para permitir, a qualquer momento, o efeito desejado de apresentar ao Comandante, durante uma varredura com o periscópio, a visão do mundo exterior vista de seu submarino.

O resultado final foi a redução do tamanho do sistema para dois gabinetes, que permitam ser o novo sistema mais flexível e eficiente que o modelo convencional básico.

No sistema CGI da Ferranti, o gerador das imagens do alvo começa com a digitação de uma folha de informações sobre o alvo (navio, helicóptero ou avião). Esses dados serão convertidos, pelo computador, numa imagem tridimensional. Esse método pode gerar, para o observador do periscópio, até 650 diferentes aspectos do mesmo alvo, resultando numa apresentação perfeita de imagem e atitudes assumidas por esse alvo em todas as fases do ataque.

O novo sistema de introdução de dados permite que sejam gerados muito mais alvos que o sistema anterior, assim, durante uma rotação de 360° do periscópio, muitos contatos podem ser vistos e o computador calculará automaticamente se cada um deles se sobreporá ao outro, retirando da visão os alvos mais distantes. É digno de nota observar que helicópteros e aviões podem sobrevoar através da cena e, ilhas ou acidentes geográficos podem ser introduzidos. Por causa do desenho orientado de cada alvo ser introduzido em um canal em separado, não haverá perda do detalhamento de qualquer deles, por maior número que possam estar introduzidos.

Um processo adicional de geração de imagens altamente realísticas, com controle de altura das ondas do mar, da posição do sol em relação ao alvo e a hora do exercício, alterando suas sombras, e simulação de noite ou mau tempo podem ser obtidos, inclusive com efeitos de raios. Luzes de navegação e efeitos de explosão, por exemplo, podem ser reproduzidos, eficazmente, sempre que necessários.



Um sistema de prioridade dentro do "VÍdeo-Mixer" permite que os detalhes mais relevantes ganhem precedência no processamento. O efeito da altura do periscópio exposto acima da superfície e as ondas cobrindo a ocular são caracterizados realisticamente.

A imagem resultante é projetada no "display" do console do instrutor e na ocular do periscópio. A perfeita fidelidade é alcançada com o uso de 1024 linhas de alta resolução. Diferente do modelo anterior, que era monocromático, o CGI pode apresentar até 1024 tonalidades diferentes de cores na tela.

NOTA DE REDAÇÃO
CT — Ricardo Antônio Amaral

Atenta à evolução da tecnologia e com a certeza da importância do uso da simulação para o treinamento operativo, a MB incluiu no contrato de aquisição dos submarinos da classe Tupi, um sistema de direção de tiro — KAFS, igual aos existentes a bordo e acrescido de um microcomputador, que si-

mula alguns dos sensores do navio. Esse sistema, chamado STF — "shore training facility", será instalado no CIAMA e entrará em operação no ano de 1989. A fim de transformá-lo num completo Treinador de Ataque para submarinos, foi implementado um projeto, gerenciado pela DACM, onde serão adquiridos e integrados diversos simuladores dos principais equipamentos existentes nos submarinos da classe Tupi (periscópio, sonar e MAGE), os quais serão instalados em sala própria no CIAMA, na disposição semelhante àquela de bordo e integrados ao SDT — KAFS, já existente.

O simulador sonar será um equipamento idêntico ao de bordo, apenas adaptado para sua nova função, trazendo, como vantagem complementar, o uso no adestramento dos seus operadores. O simulador do periscópio será montado pela indústria nacional, tendo como unidade básica uma estação gráfica de alta resolução na geração de imagens, já adquirida nos Estados Unidos.

Todos os simuladores e o SDT serão integrados e controlados por um computador de grande capacidade, que também será instalado na sala do TA no CIAMA.

As Implicações dos Torpedos Nucleares

Revista Proceedings/Agosto/87
Autor: John J. Engelhardt
Traduzido por: CC (QC-SB) Lauri Rui Ramos

Os argumentos contra os torpedos nucleares para emprego na guerra anti-submarino envolvem, tipicamente, quatro aspectos:

- 1) preocupação no que se refere à proliferação e uso do potencial de armamento nuclear no mar;
- 2) problemas envolvendo autoridade para permitir o emprego da arma;
- 3) segurança do armamento em si; e
- 4) a crença que os torpedos atuais carregam cabeças de combate com alto-explosivo suficiente para fazer oposição a ameaça dos modernos submarinos soviéticos.

Os três primeiros aspectos estão relacionados com considerações políticas de defesa, tecnologia de projeto de armamento nuclear e características de grandes explosões nucleares abaixo da superfície do mar. O quarto aspecto envolve avaliação subjetiva sobre a eficiência dos torpedos, com cabeças de combate convencionais, no que se refere ao desejo de *afundar* versus a tarefa de *destruir* um submarino inimigo.

Nas últimas duas décadas foram feitos grandes avanços na miniaturização, confiabilidade e segurança de cabeças de combate nucleares. Hoje, elas podem possuir capacidade tão pequena quanto 0.01 Kilotons, podendo ser instaladas em torpedos AS pesados e, provavelmente, em torpedos leves. No torpedo pesado MK-48, uma cabeça de combate do tipo "Sub-Kiloton Insertable Nuclear Component War head" — SKINC pode ser instalada sem sacrifício da maior parte dos 300 Kilogramas de PBNX-103 usados no tipo convencional, o que per-

mitiria a esse armamento ser usado no modo convencional ou nuclear.

Avanços tecnológicos relacionados com o SKINC, melhoramentos nos submarinos soviéticos para sobrevivência em combate e mudanças nos parâmetros da guerra submarina farão com que, brevemente, a Marinha americana reconsidere as decisões de não construir torpedos nucleares. Além disso, existe um limite (menos de 1 Kiloton), o que faz com que um torpedo AS desse tipo, não deva ser considerado um armamento nuclear tático, simplesmente porque a fusão nuclear desencadeia a explosão.

Um torpedo montado com uma cabeça de combate de 0.01 Kiloton possui o equivalente a 4.000 Kilogramas de alto-explosivo. Isto representa a força explosiva de 13 torpedos pesados MK-48, a metade da carga, em bombas, do bombardeiro americano A-6 INTRUDER ou 1/7 da carga de bombas, do bombardeiro estratégico B-52 da Força Aérea Americana (ver tabela 1). Um SKINC de 0.01 — 0.5 Kiloton não tem força explosiva superior a outras armas convencionais, e pode ser projetado para ter, significativamente, menos força explosiva do que um esquadrão de bombardeiros B-52 e A-6. A principal diferença é que um torpedo usando SKINC concentra toda sua força explosiva em um só ponto. Este tipo de torpedo representa uma otimização tecnológica para a cabeça de combate, um tipo de força multiplicadora que permite dar ao volume limitado de um torpedo, um grande poder de destruição. Por outro lado, essa força multiplicadora não é tão gran-

de a ponto de, caso detectado, causar preocupações que conduzam a uma séria escalada nuclear.

Existem diversas particularidades sobre ataques, com cargas da ordem de sub-kilotons, contra submarinos em imersão. Tais ações são restritas a alvos inimigos com tripulações de menos de 150 homens, e têm limitadas ações colaterais no meio ambiente e população local, sendo proporcional a um ataque envolvendo uso de bombas de profundidade convencionais, em larga escala. Um ataque nuclear abaixo da superfície do mar, contra um submarino em imersão, não envolve o horror normalmente associado com guerra nuclear.

Como a arma em questão carrega pequena quantidade do componente nuclear, não é provável que seja necessário a existência de uma autoridade central para liberar o seu uso. Regras de engajamento poderiam ser desenvolvidas, para dar aos comandantes opções que incluíssem o uso de torpedos, no modo nuclear, sem necessidade de liberação específica por autoridade do "Comando Nacional", como por exemplo, contra os altamente resistentes submarinos soviéticos das classes "Oscar", "Typhoon" (lançador de mísseis balísticos), "Alfa" e "Mike". Esses dois últimos são submarinos de ataque com capacidade de operação a grandes profundidades. Torpedos do tipo SKINC poderiam, também, ser usados contra submarinos cuja posição não estivesse precisamente estabelecida, contra submarinos se evadindo usando alta velocidade ou contra submarinos operando em áreas bastante afastadas de águas territoriais. Este mesmo tipo de torpedo poderia ser usado, no modo convencional, contra submarinos sovié-

ticos com menor capacidade de sobrevivência em combate e em situações onde um ataque usando artefato nuclear fosse politicamente inaceitável ou, taticamente, inexecutável.

Do mesmo modo, nas regras de engajamento (ROEs), seriam excluídos os ataques contra navios de superfície e contra submarinos navegando em cotas rasas; caso contrário, se poderia criar uma escalada nuclear.

Torpedos SKINC podem ser feitos tão seguros e confiáveis quanto armamento nuclear estratégico. Se necessário, eles podem incorporar sistemas de IFF para prevenir a aquisição do próprio submarino lançador ou abortar a corrida em caso de lançamento contra um submarino amigo.

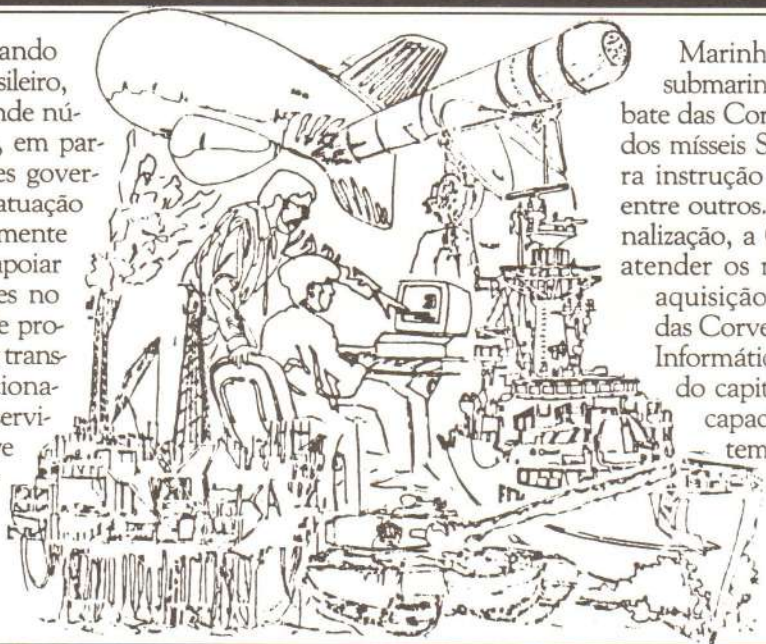
O submarino lançador de torpedos tipo SKINC (modo nuclear), não estaria sujeito a significativo impacto das ondas de choque, desde que as distâncias com relação ao ponto de impacto fossem mantidas conforme o recomendado, ou seja, 1.100 metros para 0.10 Kiloton de carga explosiva ou 350 metros para 0.01 Kiloton (ver tabela 2). Não é provável, ainda, que as condições acústicas submarinas no local sejam seriamente degradadas pelo efeito conhecido por "blue-out", ou seja, a neutralização de sistemas sonar passivo pelo ruído da explosão.

Apesar dos pronunciamentos oficiais sobre a letalidade dos torpedos americanos a serem utilizados na guerra anti-submarino, a maioria dos analistas deste assunto reconhece que torpedos leves — e, em muitos cenários, torpedos pesados — têm pouca probabilidade de infligir o grau de avaria necessário em modernos submarinos soviéticos. Os torpedos

CASA MAYRINK VEIGA

MAIS DE 100 ANOS DE TRADIÇÃO E COMPETÊNCIA EM BONS NEGÓCIOS.

Fundada em 1864 vem atuando com sucesso no mercado brasileiro, tendo concretizado um grande número de negócios de vulto, em particular junto a organizações governamentais. Seu campo de atuação transcende a atividade puramente comercial, estando apta a apoiar suas representadas e clientes no planejamento e execução de programas em que seja requerida transferência de tecnologia e nacionalização de equipamentos e serviços. Recentemente a Casa teve participação no fornecimento e nacionalização para a



Marinha do Sistema de Armas dos submarinos IKL, do Sistema de Combate das Corvetas, dos torpedos MK24, dos mísseis Sea Skua e Simuladores para instrução e treinamento de pessoal, entre outros. No que concerne a nacionalização, a Casa Mayrink Veiga, para atender os requisitos da Marinha na aquisição do Sistema de Combate das Corvetas, fundou em 1980 a SFB Informática S.A., da qual detém 70% do capital. A SFB está atualmente capacitada a atuar na área de sistemas digitais de controle para aplicação tanto militar quanto civil.



CASA MAYRINK VEIGA S.A.

Rua Mayrink Veiga, 17 21 • 20.090 - Rio de Janeiro - RJ • Tel.: (021) 223-316
• Telex: 021 21053 MAVE BR • (021) 31340 MAVE BR • FAX: 263-0547

com cabeça de combate nuclear irão aumentar a eficiência, no lançamento singelo de torpedos, contra os submarinos soviéticos de casco duplo, com multicompartmentos, resistentes à pressão e com capacidade de operação em cotas profundas. Tais torpedos permitiriam, também, aos submarinos americanos engajar e, conseqüentemente, afundar um grande número de submarinos soviéticos a partir de uma determinada quantidade embarcada de torpedos.

Um constante aumento do poder de destruição das cabeças de combate dos torpedos é necessário para garantir rupturas, a partir de uma distância de 10 metros, em casco resistente de submarinos soviéticos. Somente um torpedo com cabeça nuclear (SKINC) pode assegurar tal força destruidora. Por exemplo, um torpedo portando uma carga de 0.01 Kiloton seria capaz de romper um casco com liga de aço/titânio, explodindo de 10 a 15 metros do mesmo. A detonação, a aproximadamente 35 metros, de uma carga com 0.01 Kiloton poderia causar avaria generalizada em todos os equipamentos do alvo. O somatório de avarias causado pelos efeitos da detonação de uma cabeça de combate nuclear (0.01Kton) po-

deria romper ou danificar uma extensão de 5 a 10 metros no casco resistente, alagando pelo menos dois compartimentos, avariar seriamente os equipamentos do submarino, afetar seriamente a maioria dos tripulantes e, provavelmente, afundar o submarino.

Torpedos SKINC exibem diversos atributos, possibilitando colocá-lo em lugar de destaque entre as armas táticas (nuclear ou convencional) com grande capacidade explosiva. Devido as suas características, no entanto, seu emprego estaria melhor associado a um ataque em massa com armas convencionais do que a um ataque tático com armamento nuclear. Os tradicionais argumentos utilizados para vetar o desenvolvimento deste tipo de torpedo são invalidados pela moderna tecnologia utilizada e regras de engajamento que, apropriadamente, restringem o uso de tais torpedos a áreas e alvos específicos. Eles constituem uma alternativa para resolver os problemas de eficiência das armas AS e garantir que os americanos mantenham uma razoável margem de letalidade sobre a crescente possibilidade de sobrevivência, face a um ataque, dos submarinos soviéticos.

TABELA 1 — ARMAMENTO CONVENCIONAL X POTÊNCIA NUCLEAR EM SUB-KILOTON

	Carga em (1) alto-explosivo (Kg)	Equivalente nuclear em sub-Kiloton
BOMBARDEIRO A-6 (Intruder) (2)	6.356	0.02
BOMBARDEIRO B-52 (3)	27.252	0.07
<p>(1) O alto-explosivo possui efeito relativo 1.5 vezes superior ao mesmo peso de TNT.</p> <p>(2) Um bombardeiro A-6 carrega 28 bombas de profundidade c/227 Kg de alto-explosivo cada uma.</p> <p>(3) O B-52 carrega 84 bombas de profundidade c/227 Kg e 24 com 341 Kg.</p> <p>(Fonte: Jane's All the World's Aircraft 1980/81)</p>		

U M B O M P R O D U T O



TRAZ ORGULHO AO
ESTALEIRO E SATISFAÇÃO
AO CLIENTE

O submarino TUPI, primeiro de uma série de quatro, dos quais três serão construídos no Brasil, iniciou em 9 de novembro de 1987 as provas de mar apresentando um excelente desempenho confirmando na prática o que dele esperam os submarinistas do Brasil.



CONSORCIO FERROSTAAL/HDW

UMA GARANTIA DE QUALIDADE

TABELA 2 — POTÊNCIA NUCLEAR X DISTÂNCIAS PARA AVARIAS (m)

Potência nuclear Peso equivalente de alto explosivo (Kg)	0.50 201.000	0.10 40.000	0.05 20.000	0.01 4.000
Distância segura p/o lançador	2.500	1.100	780	350
Avaria séria dos equipamentos	250	110	80	40
RUPTURA DO CASCO RESISTENTE:				
— aço (1)	100	45	35	15
— titânio (2)	90	40	30	12

(1) Casco resistente em aço com profundidade de colapso da ordem de 600 a 750 metros.

(2) Casco resistente em titânio com profundidade de colapso da ordem de 1200 a 1500 metros.

OBS: todas as distâncias de avarias foram calculadas para um alvo a 100 metros de profundidade com detonação no mesmo envelope.

Submarino x Aeronave AS

CF José Afonso Coelho Soledade Janot Mattos

Desde que iniciei meus estudos sobre submarinos, constatei uma vulnerabilidade que estimula a busca de uma solução eficaz: para defender-se com ações ofensivas contra aeronaves AS, os submarinos somente dispõem de seu armamento portátil, cuja dotação normalmente inclui pistolas, metralhadoras e fuzis, armamento de uso pessoal, de curto alcance e praticamente de nenhuma eficácia contra unidades aéreas.

Por ocasião de minha passagem pelo S "Amazonas" (79/80), em conversas de Praça D'Armas, discutíamos então a possibilidade de dotar os submarinos, quando por qualquer contingência fossem obrigados a permanecer na superfície, com determinado tipo de armamento que pudesse, se não afastar por inteiro a sua vulnerabilidade ao ataque de aeronaves, quando detectados, pelo menos gerasse uma capacidade defensiva a fazer mais complexa a ação dos pilotos atacantes.

Naquela época, meus colegas de Praça D'Armas e eu pensávamos na adoção de um canhão de 90mm, portátil, sem recuo, com alcance em torno de 4 km, que estava sendo desenvolvido pela indústria bélica brasileira. Tal armamento poderia ser manobrado somente por dois homens, um apontador e um municionador.

Entretanto, ao comentarmos com outros submarinistas nossas idéias, éramos criticados e nos apresentavam o argumento de que canhão em submarinos era coisa do passado, quando

os submarinos não tinham condições de longos períodos de operação submersa. Confesso que tais críticas arrefeceram um pouco aquele ímpeto de Tenente, e, a bem da verdade, não havia notícias de preocupação semelhante por parte de outras Marinhas, inclusive as mais avançadas.

Hoje, já com um pouco mais de leitura sobre assuntos inerentes à Arma Submarina, ainda não tenho conhecimento da instalação, em submarinos, de armamento contra aeronaves, a não ser o desenvolvimento de um projeto, para os submarinos israelenses, de instalação de reparo fixo de MSA em mastro telescópico, conhecido como SLAM ("Submarine Launched Airflight Missile"). Porém será que outras Marinhas teriam adotado soluções análogas? Quantos submarinos têm que vir à superfície por motivos alheios à vontade de sua tripulação (avarias, trânsito em águas rasas, entrada e saída de porto, etc.), ficando, nessa situação, vulneráveis ao ataque de aeronaves e sem nenhuma capacidade eficaz de autodefesa?

Muito provavelmente outras Marinhas também se preocupam com o problema, e certamente observam a experiência de guerra do Conflito das Malvinas, quando o Submarino ARA "SANTA FÉ" foi atacado durante seu trânsito na superfície (em águas rasas) por míssil (MAS) lançado por Helicóptero britânico, sem poder contrapor-se a tal ameaça.

Na atualidade, muito se tem conseguido em termos de desenvolvimento de MSA portáteis. Os MSA "STINGER", "RED EYE" e "MISTRAL", como se verifica com os resultados al-

cançados em recentes operações de guerra, apresentam-se armas eficazes contra aeronaves. Em decorrência, já não se concebe mais tropa terrestre ou anfíbia sem o apoio de uma bateria ou reparos portáteis de MSA.

Pode-se afirmar que tais mísseis serão de grande eficácia quando empregados contra aeronaves AS (Aviões e Helicópteros), as quais apresentam, como característica inerente, baixa velocidade de operação.

Assim, a tecnologia disponível viabiliza o emprego de MSA portáteis (vide foto), a partir do passadiço de submarinos, quando na superfície. Sem dúvida, pode ser uma maneira relativamente eficaz de o submarino prover sua autodefesa contra aeronaves AS quando, por qualquer contingência incontornável, necessitar permanecer na superfície.

Será que outras Marinhas também não consideram esta solução?

Certamente que sim, mas de forma sigilosa, podendo vir a constituir-se em surpresa tática nos confrontos submarinos x aeronaves AS.

Evidentemente, os submarinos procurarão sempre tirar vantagem de sua capacidade de ocultamento no meio líquido. Mas a inclusão de um sistema eficaz de MSA portátil poderá apresentar, em determinadas ocasiões, uma relação custo-benefício favorável em situações em que as condições operativas do submarino ou a batimetria da área de trânsito obrigarem à navegação na superfície, sem proteção de escolta.

As melhores soluções são aquelas que, efetivamente, resolvem os problemas. E o problema básico é a vulnerabilidade do submarino, uma vez obrigado a manter-se na superfície. Nestas condições, a inclusão de um lançador portátil e alguns MSA na dotação de armas dos submarinos diminuirá uma vulnerabilidade, a um custo relativamente baixo.



Vencendo no Escuro

Proceedings/Abril 1988

Imagine que você foi selecionado para ir em uma perigosa missão. Seu objetivo é destruir as facilidades de comunicações inimigas localizadas em uma ilha remota. O serviço de informações reportou que as instalações estão desguarnecidas, mas há a possibilidade de existirem patrulhas inimigas defendendo a ilha. O único equipamento autorizado para ser levado consigo é uma carga explosiva para destruir as instalações, uma lanterna e uma dúzia de lanças. A inteligência reportou que, provavelmente, os defensores também possuem uma lanterna e lanças e que a ilha tem a possibilidade de estar minada e com armadilhas antipessoal.

No seu "briefing" final, antes de ser colocado na ilha, você tem conhecimento que deverá desembarcar em terra às 22:00 h e que terá somente 6 horas para completar a missão. Às 22:05 h você está só na praia, no meio de uma noite escura. O único som que pode ouvir é o vento soprando pelas árvores e a pancada da arrebentação das ondas.

Você deve agora decidir o curso da ação. Você sabe a direção geral das instalações. Se você acender a lanterna, isto pode servir de alerta para a defesa do inimigo. Se você não acender, pode esbarrar numa mina; correr para o abrigo das árvores, ou permanecer quieto; você sabe o risco causado por um ruído que pode alertar o inimigo. O curso mais seguro deverá, provavelmente, ser escondido nas árvores e requer absoluto silêncio para evitar que o inimigo o descubra, mas não há tempo para isso. Você tem somente 6 horas para completar a missão.

Você pode ir na ponta dos pés, lentamente, para o alvo. Se for muito lentamente, você pode não chegar a tempo. Se caminhar muito rápido, o inimigo certamente escutará você.

Você pode tentar a tática dos animais selvagens, de andar uma pequena distância, parando para escutar, caminhando um pouco mais rápido e parando novamente. Você pode, também, tentar rastejar para esconder sua silhueta.

Quem é mais esperto, você ou seu inimigo? Você saberá se o detectou ou foi detectado por ele. Assuma que você o escutou. O que você fará agora? Matá-lo ou esperar até que ele passe por você. Prosseguir? E se ele também o escutou? Poderá você esperar, ou ele poderá lançar suas lanças contra você.

Vamos dizer que você resolveu matá-lo.

Poderá você acender sua lanterna? Se você assim fizer, ele poderá ter a chance de atirar suas lanças sobre você ou procurar abrigo no meio das árvores. Se você simplesmente atirar sua lança, no escuro, na direção do som, pode perdê-la.

Se perdê-la e a lança assoviar ou cravar no chão, ele pode retaliar. Em todos os casos, o jogo de gato e rato terá começado, e a aposta será alta.

O que este pequeno cenário tem a ver com o incremento da guerra submarina?

Pense nisto como uma analogia dos problemas enfrentados por um submarino numa missão ofensiva. O combatente individual é análogo ao submarino, a lanterna, ao sonar ativo e os ouvidos humanos, ao sonar passivo. As lanças são os torpedos e os explosivos, os mísseis de cruzeiro. As árvores na ilha são análogas aos icebergs e o vento nas árvores é o ruído ambiental do fundo do mar.

O ponto aqui não é traduzir essa minha imagem de uma ilha remota em uma caçada de submarino. A analogia é o ponto. Uma guerra submarina ofensiva é, no conjunto, um novo jogo de bola, e se nós desejamos sucesso nele, devemos começar o pensar de maneira mais criativa. Venceremos com táticas inteligentes e com sofisticados equipamentos, e nós não podemos encontrar essas táticas restringindo-nos às análises navais tradicionais. Nós precisamos olhar para outras disciplinas científicas — e mesmo para cenários pouco comuns, como minha caçada na ilha — para encontrar as respostas que os comandantes de submarinos precisam para vencer.

Por exemplo, as táticas empregadas por pilotos no combate ar-ar podem ser usuais, ou cada "boxer" pode oferecer alguma ajuda. Um bom "boxer" usa manobras, fintas e improvisos para derrotar seu oponente. As ciências biológicas também podem prover idéias úteis. A tática que os leões utilizam para encurralar e matar suas vítimas ou a que uma mangusta usa para matar uma cobra podem mostrar-se valiosas. Igualmente, colocando-se dois homens, na completa escuridão, simulando-se um engajamento numa ilha remota e, filmando suas ações com equipamentos de visão noturna, é uma possibilidade de aproximação.

Uma típica operação de procedimento de busca poderá ser feita utilizando-se um modelo computadorizado de simulação de combate para o estudo desse problema. Essa aproximação é satisfatória, provendo as variáveis envolvidas todo o tempo. Um modelo computadorizado pode, somente, simular táticas que tiverem sido previamente incluídas no modelo. Ele não pode simular táticas que não tiverem sido criadas e não pode criar táticas por ele mesmo. Isto deverá ser pensado, antes, por um computador biológico, o cérebro humano.

Uma estratégia vencedora na guerra submarina ofensiva necessitará corajosos e criativos pensamentos. Equipamentos, por eles mesmos, poderão não ser suficientes.

Índia Recebe Submarino de Ataque de Propulsão Nuclear. Ampliação.

Título original:
 "The Nuclear — Powered Submarine Deal"
 Alistair J. Nicholas
 Pacific Defence Reporter April 1988

Em fevereiro de 1987, o Primeiro-Ministro RAJIV GANDHI, da Índia, em cerimônia realizada na Base Naval Russa do Pacífico (VLADIVOSTOK), recebeu dos soviéticos o primeiro submarino nuclear indiano, o INS CHAKRA, um Classe CHARLIE I, imediatamente guarnecido pela sua primeira tripulação indiana, que havia sido treinada para a sua operação durante um período de, no mínimo, dois anos.

A notícia confundiu os analistas do ocidente que não haviam sido alertados para o fato, apesar dos rumores existentes, já há dois anos, de que NOVA DELHI e MOSCOU estavam articulando essa transferência. Até dezembro de 1987, não havia indícios positivos sobre a negociação, e somente após um P3-C ORION da RAAF ter sombreado o navio, navegando no Estreito de MÁLACA, em direção a VISHAKHAPTNAM, é que se soube que tipo de submarino foi vendido pelos soviéticos aos indianos.

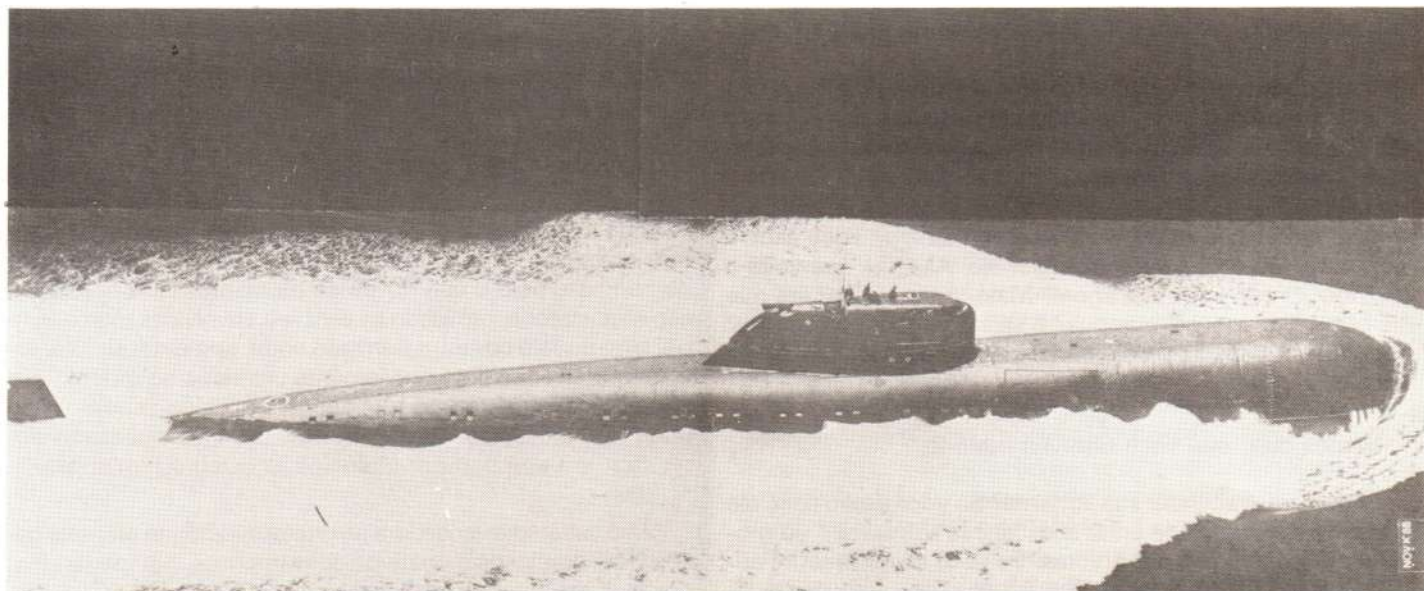
Nos dez anos que antecederam a 1984, a Índia (que detém a quarta posição no mundo em armamento) desenvolveu impressionantemente sua Marinha. Em termos de deslocamento, houve um acréscimo de aproximadamente 100.000 toneladas, tornando-a a oitava do mundo, tendo um efetivo de 47.000 homens.

A maioria dos navios foi vendida pelos soviéticos segundo acordos bastante favoráveis e com licença de construção na própria Índia. Um pequeno número foi fornecido por po-

tências européias, como por exemplo dois navios-aeródromos, de desenho inglês, guarnecidos com helicópteros A/S SEA KING e aeronaves V/STOL HARRIER. O inventário atual da aviação naval está incluindo a compra de aeronaves de patrulha A/S BEAR-F, também soviéticas. Planos para a construção de um terceiro NAE sugerem a importância atribuída ao controle de área marítima em caso de conflito no Oceano Índico e o alto perfil A/S que os indianos buscam atualmente inspira o conhecimento de que as futuras lutas no mar serão vencidas abaixo, e não acima da superfície (tal qual americanos e soviéticos).

Em face destes fatos, era esperada a tentativa indiana de aquisição de submarinos de propulsão nuclear. Em 1970, a Ministra GANDHI já havia disseminado a sua decisão de voltar-se para o desenvolvimento da propulsão nuclear — o Departamento de Energia Atômica e a Marinha estariam envolvidos com o projeto. Os resultados do programa não foram ampliados posteriormente, mas é certo que enfrentaram inúmeras dificuldades. Em 1984, através de "vazamentos", soube-se do abandono dos trabalhos.

Neste ponto já era conhecida a abertura indiana para os oferecimentos de assistência soviética. Inicialmente, pensava-se numa ajuda a ser fornecida ao estaleiro de MAGAZON (BOMBAIN), mas logo tornou-se evidente que o lançamento de um submarino de propulsão nuclear levaria, no mínimo, dez anos.



"Classe CHARLIE I" - Modern Submarine Warfare

Para a Marinha era imperativo dispor da plataforma o mais cedo possível. Houve, então, a aproximação inicial para a compra. Em 1985, os soviéticos teriam informado que estavam prontos para tal negociação. Alguns observadores descrentes, anunciavam que os soviéticos relutantemente teriam aceitado a transação, após terem imposto a compra de dois reatores para outros fins (Moscou tem sido firmemente pressionada quanto à cessão de tecnologia nuclear após o acidente de CHERNOBYL em 1986).

RAJIV GANDHI, no dia 6 de fevereiro, anunciou que o submarino foi cedido por "leasing", mas é mais provável que terão a opção de compra mais tarde, através de pagamento a longo prazo, esquema similar ao já adotado para outros sistemas de armamento soviéticos adquiridos pela Índia.

De acordo com o Departamento de Defesa Indiano, o negócio inclui, ainda, um segundo submarino de propulsão nu-

clear, a ser entregue brevemente.

O CHARLIE I foi construído em GORKI, entre 1967 e 1972, com o propósito de lançar mísseis de cruzeiro antinavio, possuindo tubos compatíveis com os SS-N-7 e capacidade de armazenar 90 unidades. Possui reator e casco de projetos modernos e, se equipado com o sistema de lançamento de mísseis — embora isto seja bastante improvável — representaria uma forte ameaça aos navios de superfície.

O Paquistão anunciou que sua principal preocupação com respeito ao "Chakra" é que, quando soviético, o navio foi construído para carregar armas nucleares e, por isso, pode continuar a carregá-las.

NT.: Segundo o "Modern Submarine Warfare", de David Miller e John Jordan, o CHARLIE I desloca 4800 toneladas em imersão e tem 312 pés de comprimento.

Mais Informação sobre o Submarino Nuclear Indiano

International Defense Review FEV/88

Conforme as fontes de INTERNATIONAL DEFENSE REVIEW (IDR) na Índia, já existe confirmação oficial dos informes sobre a aquisição de submarinos de propulsão nuclear soviéticos. A Índia irá, inicialmente, adquirir dois desses navios, o primeiro dos quais — INS CHAKRA — chegou à base de VISAKHAPATNAM em 27 de dezembro de 1987, e sua incorporação à Armada Indiana era esperada para janeiro de 1988; sua guarnição — provavelmente oriunda de um classe FOXTROT — foi submetida a uma extensa qualificação durante o ano de 1977, na União Soviética. Não há informações sobre a chegada do segundo submarino à Índia.

Antes de chegar à sua base, o INS CHAKRA foi submetido a provas especiais em MADRAS. Codificadas como SKYLARK, essas verificações envolveram vários tipos de comunicações e foram executadas com assistência soviética. As fontes de IDR especulam que essas experiências foram baseadas na tecnologia do VLF e foram especificadas para testar a capacidade da Marinha Indiana de comunicar-se com seus submarinos mergulhados.

Nenhuma informação sobre o modelo dos navios foi liberada mas as fontes de IDR indicam que navios da safra dos anos 70, e provavelmente submarinos de ataque (sendo mais plausível SSGN do que SSN), estão envolvidos, possivelmente armados com mísseis SS-N-7 ou 9.

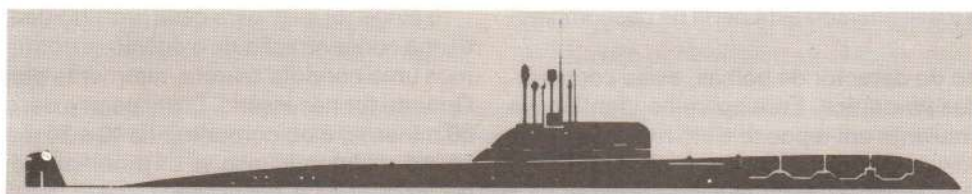
O negócio deve ter sido iniciado em 1984, quando o Senhor VENKATARAMAN (atualmente Presidente da Índia) era o Ministro da Defesa, e os acertos finais engendrados em 1987.

Nos últimos anos, cerca de 200 militares e técnicos indianos têm sido submetidos aos programas de treinamento para operação de submarinos nucleares na União Soviética.

Essa negociação indo-soviética tornou-se uma surpresa para os órgãos de defesa do ocidente e, apesar de suas fontes de inteligência não serem capazes de fornecer uma informação concreta, acreditavam que no mínimo um SSGN fora adquirido pela Índia por meio de um acordo de "leasing" (mais provável que venda). Eles julgavam que se tratava de um CHARLIE-I construído em 1970, mas ainda não sabiam quando o submarino chegaria à Índia, conquanto acreditassem que uma tripulação indiana o traria da União Soviética. Também disseram que o navio seria entregue com oito mísseis de cruzeiro antinavio e outras armas padrão.

Esta é a primeira vez que um submarino de propulsão nuclear é vendido de um país para outro e este fato torna-se um marco na cooperação indiano-soviética. A Índia passa a ser o primeiro país fora do "clube dos cinco", pertencente ao, assim chamado, Terceiro Mundo, a possuir submarinos de propulsão nuclear. Isso está de acordo com as ambições indianas de se tornar o mais forte entre os países não-alinhados e adiciona uma nova dimensão na balança do poder do subcontinente, bem como na distribuição de segurança em toda a região do Oceano Índico.

Finalmente deve ser mencionado que o Centro de Pesquisa Atômica de Bhabha há alguns anos vinha trabalhando num projeto de propulsão nuclear para submarinos, o qual foi abandonado recentemente devido a falta de progresso e de fundos.



"Silhueta do Classe CHARLIE — I (SSGN)"

Aspectos da Medicina Hiperbárica no Mergulho Profissional — Mergulho de Saturação — Plataforma Submarina

Capitão-de-Fragata (Md) Olímpio da Silva Filho (Centro de Instrução e Adestramento Almirante Átila Monteiro Aché — RJ)

A grande limitação, de ordem fisiológica, que existe atualmente na esfera da prospecção do petróleo "off-shore", no âmbito do mergulho profundo, é a síndrome das altas pressões. Essa síndrome se apresenta como um caleidoscópio. Não é só uma síndrome neurológica; há uma síndrome digestiva, e há uma síndrome hepática. A constatação do aumento da feritina sérica, durante o mergulho saturado, é um dado constantemente relatado.

Quando se respira o hélio-oxigênio, a partir de 300 metros, há um fenômeno de obstrução nasal que impossibilita ao mergulhador a deglutição normal de alimentos sólidos.

A síndrome neurológica, dependendo da sua intensidade, impede o mergulhador de prosseguir na sua atividade.

O estado atual das pesquisas onera o hélio, limitando as perspectivas de continuarmos a mergulhar com esse gás, além dos 350 metros. Por esta razão, há necessidade de uma nova mistura gasosa respiratória, capaz de manter o desempenho do homem nos mergulhos de maior profundidade. No momento, as pesquisas tendem a apontar para o HidroHeliox.

Com relação à síndrome neurológica, que é o fator mais importante, é uma síndrome ligada ao fenômeno da compressão. Não há dúvida nenhuma que a pressão incide no sistema nervoso central e age, de alguma maneira, ao nível dos neuro mediadores, tendo uma ação anti-GABA (ácido gama-aminobutílico).

Após as experiências realizadas pelo professor Fructus, em Marselha, ficou claro que diminuindo a velocidade de compressão, baixaria a incidência da síndrome.

Nas operações ENTEX (G.I.S.M.E.R.), da Marinha Francesa (ver ENTEX-9, 1984), chegou-se a um padrão que abortava, praticamente, a SNAP, no que diz respeito ao aspecto neurológico de tremores, mioclonias e alterações de perfil eletroencefalográfico.

Na fase de descompressão, ainda não se tinha estabelecido um perfil correto. Foram descritos acidentes vestibulares sérios, por vezes deixando seqüelas, sempre observados no princípio da descompressão.

Para agravar o quadro, ao fim da descompressão, encontramos o acidente osteomusculoarticular. Havia necessidade, portanto, de que fosse alterado este perfil de descompressão.

Com o surgimento do detector de bolhas, estas constatações foram mostradas na prática. Esse aparelho identificava bolhas no sangue circulante em repouso e em movimento de flexão através do sistema Doppler e demonstrou que as curvas de descompressão teóricas ainda estavam erradas.

Com isso, as pesquisas tiveram andamento e culminou-se por estabelecer um perfil de descompressão, segundo uma reta. Um perfil linear, pelo menos até os 15 metros. Com uma velocidade de descompressão média de 45 min/m.

E, atualmente, raramente ocorrem problemas. Tanto na forma de acidentes vestibulares, quanto no que diz respeito à doença descompressiva de forma osteomusculoarticular.

Já está uniformizada a compressão, sempre com período de estabilização aos 10 metros, para a homogeneização da mistura, em seguida, uma velocidade de compressão que começa com 2 min/m e vai até 7,5 a 8 min/m, com paradas de uma hora a cada 100 metros. A descompressão será sempre linear, contínua, onerando o tempo de mergulho.

Quanto às limitações ventilatórias, nós sabemos que, em grandes profundidades, a densidade da mistura gasosa inalada chega a 10 g/l, ou mais, quando utilizamos hélio/oxigênio e o esforço ventilatório é muito grande.

A opção pelo Hidro-Heliox será, em breve uma alternativa. No entanto, o H₂ também não é inócuo. No momento, está sendo melhor estudada a sua ação no organismo e provavelmente a discreta narcose do hidrogênio, que o limita a uma concentração, que hoje está estabelecida em torno de 50%, (aos 500mts), será antagônica da SNAP. O que parece não haver dúvida é que seu "situs" de ação é semelhante ao do nitrogênio, ao do argônio e ao do hélio, este último a partir de 1200 metros.

Hoje em dia, duas teorias estão sendo consideradas. Uma que está estudando os efeitos do gás diluente a nível da membrana da célula nervosa. E outra, que justifica a narcose do gás por ação nas proteínas celulares envolvidas por essa membrana.

Enquanto isso não estiver definitivamente caracterizado, não poderemos estabelecer uma profundidade limite para o mergulho com o hidrogênio.

Para o tratamento dos problemas inerentes ao mergulho profundo, utilizamos misturas terapêuticas. Essas misturas devem ser fabricadas antes do mergulho e devem estar disponíveis nas plataformas e nos navios que operam com mergulho saturado.

É evidente que, para cada profundidade, há um percentual e uma concentração de oxigênio, e normalmente, se cumprirmos uma conduta correta, raramente precisaremos utilizá-la. Quando for necessário, basta parar a descompressão durante 60 minutos, e ou comprimir de 10 a 20 metros no máximo. Isso, normalmente, resolve os problemas dos acidentes embólicos na vinda à superfície.

MISTURAS TERAPÊUTICAS UTILIZADAS NO
MERGULHO SATURADO
(Segundo Xavier Fructus)

PROFUNDIDADE DE TRATAMENTO	SATURAÇÃO HELIOX	SATURAÇÃO AR
0-18m	O ₂	O ₂
19-40m	50/50 HELIOX	50/50 NITROX

41-110m	20/80 HELIOX	
111-210m	10/90 HELIOX	
211-360m	5/95 HELIOX	
361-450m	3/97 HELIOX	

Paciente sob máscara durante 60 minutos. Após o desaparecimento dos sintomas, será reiniciada a Descompressão.

Implantação e Finalidade do Centro Hiperbárico da Marinha — Avaliação dos Mergulhadores — Pesquisa em Medicina Hiperbárica

Capitão-de-Fragata (Md) Olímpio Gomes da Silva Filho

Nós somos responsáveis hoje pelo desenvolvimento do laboratório de eletrofisiologia do Centro Hiperbárico.

É preciso que se diga que, considerando o momento econômico, havia muitos óbices para o desenvolvimento da pesquisa médica em ambiente hiperbárico. E para que tivéssemos acesso à tecnologia própria do mergulho a 500 metros, direcionamos o laboratório de eletrofisiologia para fins de seleção e controle dos nossos mergulhadores. No momento, ainda não temos equipamentos destinados para a pesquisa, mas os teremos em breve. O laboratório já está pronto e os equipamentos já foram encomendados.

Teremos uma mesa para avaliação de sinais biológicos; ao lado, um eletrocardiograma, um setor de avaliação da função ventilatória, um setor de ergonomia, um setor de eletroencefalografia, um setor de Doppler com o detector de bolhas instalado diretamente no mergulhador, no interior dos vasos de pressão, enquanto um gravador de mesa, e um analisador espectral registrarão som e imagem na sala de controle.

Está prevista a aquisição de um espectômetro de massa e de um equipamento de cromatografia gasosa para análise dos gases respirados e liberados nos vasos de pressão.

Nossa preocupação é avaliar, de maneira satisfatória, os mergulhadores da Marinha que fazem parte do grupo de mergulho profundo saturado.

No plano ventilatório, em decorrência da alta densidade da mistura gasosa inalada, há uma limitação muito grande de natureza ventilatória, principalmente expiratória.

A avaliação do mergulhador será feita segundo provas "standard" com a espirometria, visando, basicamente, verificar a permeabilidade de membrana respiratória, dos bronquíolos de pequeno calibre. O Hospital Naval Marcílio Dias será

o responsável pela prova de difusão transpulmonar de monóxido de carbono assim como pelos testes de avaliação da capacidade músculo-respiratória, para exercer um esforço adicional, quando será estudada a ventilação máxima por minuto em 2 e 6 minutos, com o controle da PCO₂, que deverá representar mais que 2/3 da ventilação máxima por minuto em 15 segundos.

Para avaliação da potência ventilatória serão efetuados testes de ventilação máxima por minuto em 15 segundos, com a interposição de diafragma de 5mm. Ou seja, utilizando uma resistência semelhante àquela dos equipamentos de mergulho encontrados no momento no mercado para esta faixa de profundidade.

Para estudarmos a aptidão contra resistência interna, que varia segundo a raiz quadrada da densidade da mistura inalada, faremos o mergulhador respirar um gás de grande densidade, simulando o mergulho real.

Este tipo de gás SF-6, adicionado ao oxigênio na proporção de 20/80, à pressão atmosférica, apresenta uma densidade de 5g/l. Nestas condições, o mergulhador fará a exploração funcional ventilatória "standard".

Sobre o aspecto neurológico, podemos de certa maneira, identificar os mergulhadores pré-dispostos à síndrome neurológica das altas pressões. Adaptando a eletroencefalografia às condições hiperbáricas, faremos o eletroencefalograma na profundidade de 180m, classificando os mergulhadores em três grupos: um grupo em que o eletro seria pouco alterado; um segundo, em que haveria um aumento de potência da onda "teta" entre 100% e 500%, e o terceiro grupo, com uma significativa alteração do eletroencefalograma (aumento da fre-

qüência de ondas teta além de 500%). Esse grupo seria inapto para o mergulho profundo saturado.

Sobre o aspecto da avaliação osteoarticular, verificamos que a osteonecrose normalmente surge a partir de determinadas lesões pré-existentes. No período inicial, há uma alteração do metabolismo fosfocálcico. Por esta razão faremos o estudo das grandes articulações através da cintilografia com isótopos marcadores.

Os nossos mergulhadores serão submetidos ainda à avaliação psiquiátrica e psicológica através do Serviço de Seleção do Pessoal da Marinha (SSPM). Por último, solicitaremos à otorrinolaringologia, o exame de eletroneistagmografia. Os testes psicométricos, que basicamente são: o tempo de reação visual de escolha e o teste de destreza manual e ordenação de cifras, serão de competência do SSPM.

Para adquirirmos a tecnologia própria do mergulho na faixa a que se propõe o Centro Hiperbárico (500m), propomos o desenvolvimento da pesquisa Hiperbárica, para qual a Diretoria de Saúde da Marinha já está elaborando sistemática apropriada. Como prioridade, sugerimos o estudo da bolha no sangue circulante que pode ser feito "in vitro", através de modelos físicos, em que há um circuito de saturação, um trocador de membrana, uma bomba, um vaso líquido e um sensor para detecção de bolhas através do sistema "Doppler". Essa bomba, em movimento, não provoca a formação de bolhas por ela mesma. Poderá ser feito o controle da PCO₂ e da temperatura e o sinal será tratado através da análise espectral. Ou seja, a idéia seria desenvolver um modelo hidráulico, à semelhança do aparelho circulatório, onde as bolhas geradas poderão ser detectadas através do sensor "Doppler".

Incorporado mais um Classe "Los Angeles"

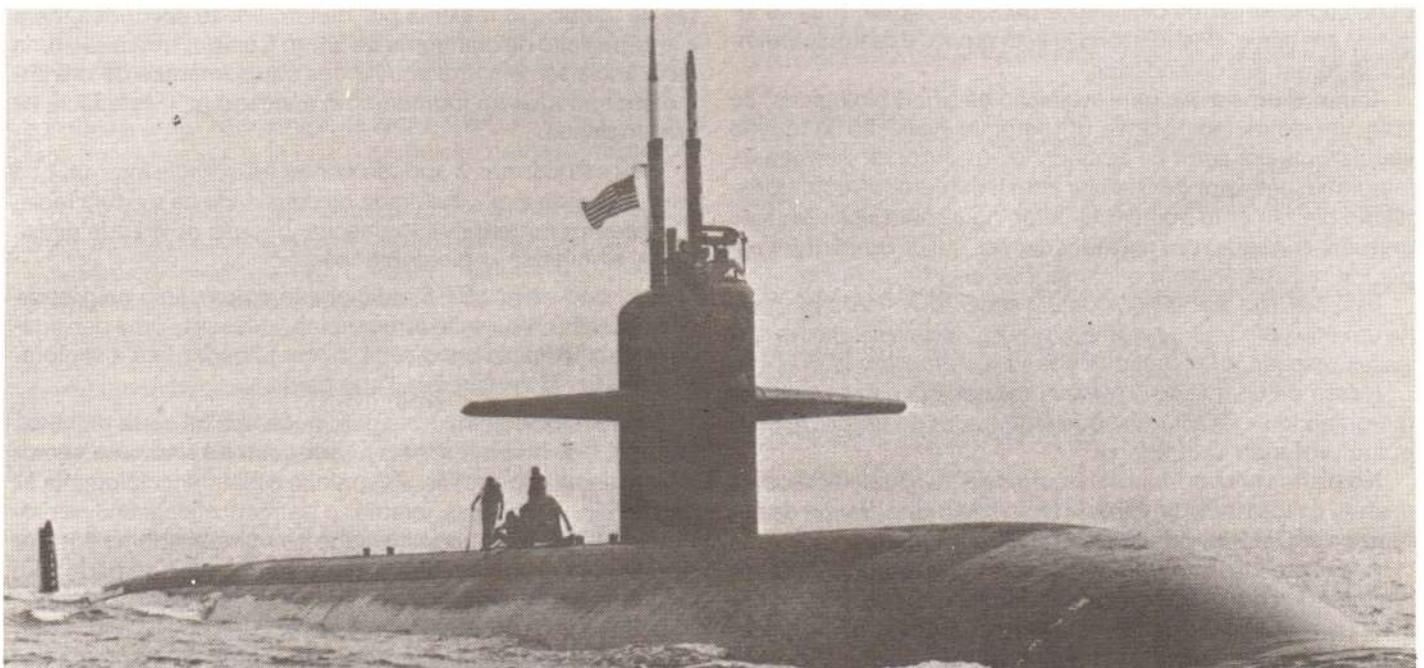
Jane's Defence Weekly
Vol. 10 n° 13

O USS "San Juan", o quadragésimo SSN-688, classe "Los Angeles", submarino de ataque de propulsão nuclear, foi incorporado à Marinha americana em agosto de 1988.

O navio, construído pela General Dynamics Electric Boat Division, desloca 6900 ton e é guarnecido por 127 homens. Dispõe de 4 tubos de torpedos de 53.3cm, a meio navio, capazes de disparar os MK 48 MOD 5 (Advanced capability — ADCAP)

e os mísseis antinavios UGM 84 B HARPOON (McDonnell Douglas). Possui, ainda, 12 tubos verticais, localizados fora do casco resistente, para lançamento dos mísseis de cruzeiro BGM-109 TOMAHAWK.

É esperado que a USN alcance o número de 66 Submarinos da classe SSN-688, porquanto a nova classe "SEA WOLF" só será posta em serviço no final dos anos 90.



"USS GROTON" — Jane's 85/86

Expansão da Força de Submarinos Indiana

Jane's Defence Weekly
Vol. 10 nº 13

A Marinha Indiana adquiriu o seu quarto navio da classe KILO (submarino de ataque convencional) em julho de 1988. Chamado de INS SINDHUVIR, a unidade foi construída no estaleiro SUDOMEKH de Leningrado.

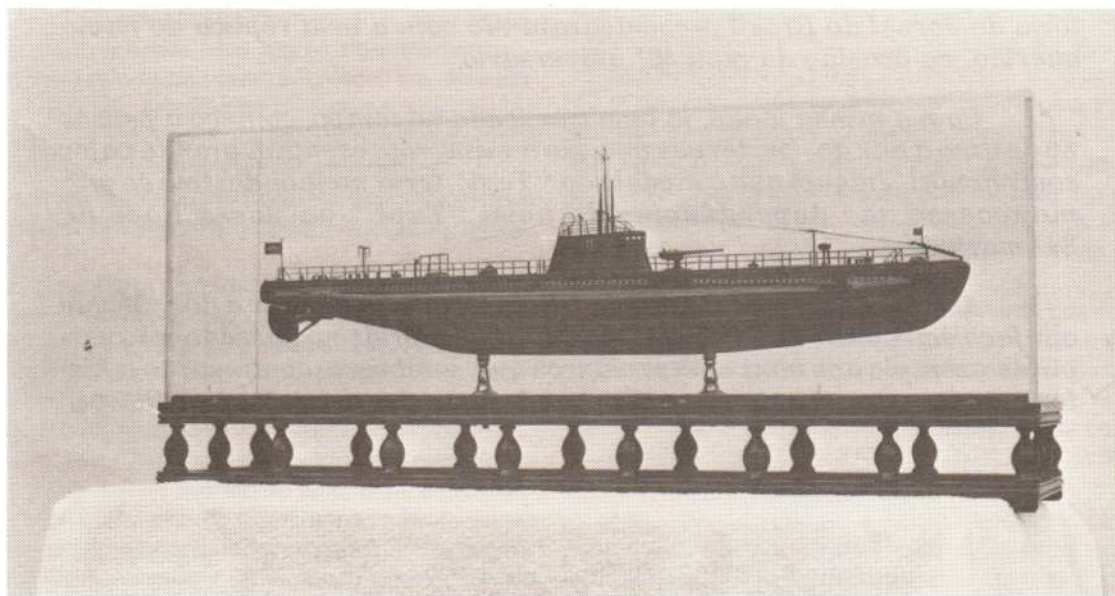
A Índia poderá vir a operar até seis classe KILO, sendo que o primeiro, o INS SINDHUGOSH, foi recebido em 1986. O recebimento do SINDHUVIR evidencia a contínua expansão do poder naval indiano.

NR.: Segundo o "Modern Submarine Power" de David Miller e John Jordan, "nos anos 70 a União Soviética já havia

exportado numerosos navios da classe WHISKEY e FOXTROT para os países do Pacto de Varsóvia. Entretanto, nessa época, esses navios já alcançavam a idade de 20 anos, tendo sido, a partir de então, substituídos pelos classe KILO. São navios de 2500 ton e 70m de comprimento empregados em operações de águas rasas no MAR BÁLTICO e no MAR NEGRO".

Porque a Índia adquire submarinos convencionais e nucleares soviéticos e, paralelamente, como já é de conhecimento geral, compra na Alemanha, um pacote semelhante ao brasileiro, de construção de dois submarinos em Kiel-HDW (classe 209-1500) e outros dois em Bombain — MAZAGON?

ForS recebe Maquete do Primeiro "Tupi"



"Réplica do primeiro Submarino TUPÍ"

No dia 26 de agosto de 1988, o Sr. CMG(RRm) LYWAL SALLES, que em sua carreira de submarinista teve o privilégio de ser o Comandante do primeiro Submarino TUPÍ, foi recebido no Comando da Força de Submarinos, pelo Contra-Almirante CARLOS AUGUSTO BASTOS DE OLI-

VEIRA, onde foi homenageado com um almoço. Na ocasião, o CMG LYWAL doou ao acervo histórico da Força de Submarinos uma réplica do primeiro Submarino Tupi e algumas publicações, tendo entregue ao ComForS, a seguinte carta:

*“Exm.º Sr.
Almirante Carlos Augusto Bastos de Oliveira
DD. Comandante da Força de Submarinos*

Ao longo da carreira, uns navios, mais que outros, me marcaram indelévelmente: o C.S. “Gurupá”, no qual como Guarda-Marinha e Segundo-Tenente tive a honra de participar das operações da II guerra; o CT “Greenhalgh”, no qual vivi a fase mais política da Marinha do meu tempo, e, especialmente, o S. “Tupi” do qual fui Imediato e, posteriormente, seu último Comandante.

De tanto citar as lembranças do “Tupi”, os Companheiros de Diretoria do Jornal do Brasil presentearam-me com a bela réplica do navio querido, na ocasião do meu 50º aniversário.

Com a minha idade, já bem avançada no tempo, começo a pensar no destino a dar aos pertences que, para mim, representam grande valor sentimental. Julguei que o modelo do “Tupi” teria melhor destino se permanecesse nas dependências do novo “Tupi”, na nossa Base de Submarinos.

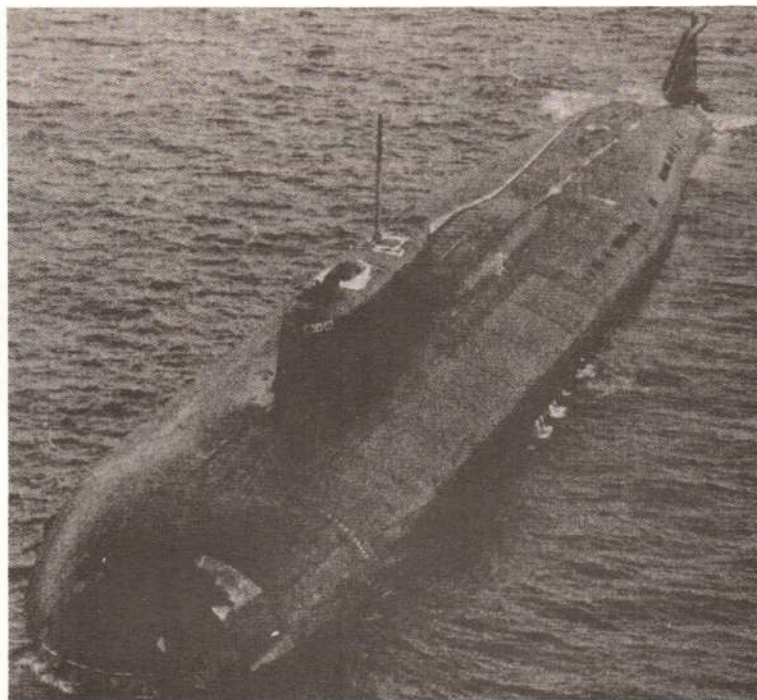
Assim, Almirante Bastos de Oliveira, queira aceitar a doação que ora faço da réplica do S. “Tupi”, navio cujas glórias no passado irão servir de exemplo aos bons companheiros que, em breve, continuarão a história de bravura, disciplina e abnegação dos submarinistas brasileiros.

Respeitosamente,

LYWAL SALLES CMG (RRm)”

Primeira Fotografia do "Oscar II"

Jane's Defence Weekly 24 Set/88



"Foto do Submarino Russo Classe Oscar II" — JANE'S DEFENCE WEEKLY — Set. 88

Esta é a primeira fotografia do submarino soviético da classe OSCAR II (de propulsão nuclear e lançador de mísseis de cruzeiro). O navio foi fotografado por um P-3B ORION da Força Aérea Norueguesa.

A classe OSCAR II é uma evolução da sua antecedente, conhecida como OSCAR, cujo primeiro navio foi posto em serviço no ano de 1980. Com 502m de comprimento, o OSCAR II, é 10m mais longo que seu antecessor.

Seus sistemas eletrônicos são mais avançados e possui uma nova antena montada na parte superior do leme vertical. Acredita-se que nessa posição esteja o alojamento de uma antena flutuante de VLF.

O aspecto mais interessante do OSCAR II é o seu grande comprimento, que segundo conclusão dos analistas, se fez

necessário para alojar o novo sistema de anulação de ruídos da propulsão. A supressão de ruídos resultou num incremento similar de comprimento nos classe VICTOR III.

Esses navios operam para a Esquadra do Noroeste, cujo papel, em caso de conflito, será o engajamento com os grupos de navios aeródromos americanos no Mar Norueguês.

A estratégia americana tem adotado uma postura mais agressiva nessa região. No momento, desenrola-se o exercício "Team Work 88", ao norte do Mar Norueguês — região considerada Zona de Exclusão pelos soviéticos.

Os submarinos soviéticos lançadores de mísseis de cruzeiro devem ser atualmente muito mais discretos que no passado, quando se aproximam dos navios aeródromos america-

nos. Com o advento dos sonares rebocados, como o US BQR 23/25 instalado nos "Los Angeles", capazes de detectar submarinos a longa distância, tornou-se importante a redução dos ruídos da propulsão nuclear para a sobrevivência do navio em caso de conflito real.

O armamento básico de todos os OSCAR é o SS-N-19 SHIPWRECK, míssil de cruzeiro antinavio. O navio dota um total de 24 unidades, alojadas em 12 cilindros duplos, seis de cada bordo. Esses cilindros necessitam ser elevados de 40 graus para o disparo. O lançamento pode ser efetuado com o navio submerso e o alcance é de 239 milhas. Para usufruir

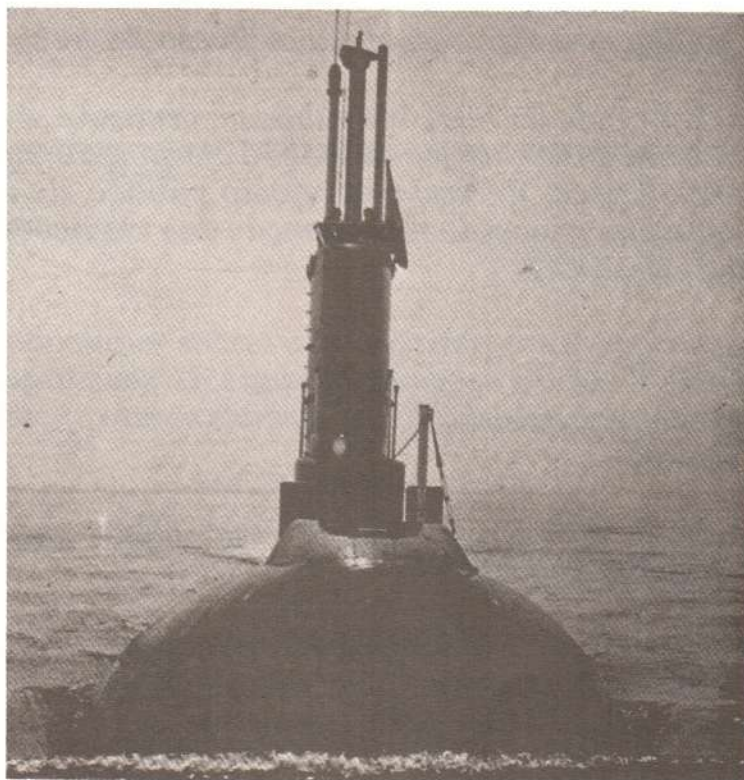
desse considerável alcance além-horizonte, os OSCAR recebem os dados do alvo através dos satélites ou dos TUPOLEV TU-95 BEAR D.

Como armamento defensivo, os OSCAR possuem 8 tubos (4 de 21 pol e 4 de 25.6 pol). Os de 21 pol (53cm) são capazes de disparar os torpedos de duplo emprego do tipo 53 e os mísseis anti-submarino SS-N-15. Esse míssil alcança 19 milhas e sua cabeça-de-combate aloja uma carga nuclear de 200 Kt. Os tubos de 25.6 pol (65cm) podem, também, disparar os mísseis anti-submarino SS-N-16, que têm alcance de 54 milhas e transportam torpedos leves.



Modernização do "SALTA"

Navy International Set/88



"CLASSE SALTA" — Modern Submarine Warfare

O SALTA, um dos dois submarinos argentinos tipo 209-1200 construídos na República Federal da Alemanha, está sendo modernizado no estaleiro DOMEQ GARCIA de Buenos Aires. A modernização envolve a colocação de novos MCP e sistemas elétricos e de armamento, em adição à alteração estrutural que prevê a divisão, em duas partes, do casco resistente.

É a primeira vez que ocorrem modificações tão radicais executadas por estaleiro argentino, justamente quando o DOMEQ GARCIA está em plena construção de dois tipo 209-1700, que serão os primeiros submarinos construídos inteiramente pela Argentina.

“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 REDAÇÃO

O PERISCÓPIO Nº 43 ANO XXVII

PERIFOTOS

Reportagem Fotográfica dos 74 anos da FORS



*Chegada do Exm.º Sr.
Ministro da Marinha
Almirante-de-Esquadra
HENRIQUE SABOIA e
Exma. Sra. D.ª ROSE
SABOIA*



*Chegada do Exm.º Sr.
Ministro Chefe do Estado
Maior das Forças Armadas,
Almirante-de-Esquadra
VALBERT LISIEUX
MEDEIROS DE
FIGUEIREDO e Exma.
Sra. D.ª MARIA JOSÉ
FIGUEIREDO*



*Exma. Sras. do Ministro
da Marinha, D.ª ROSE
SABOIA e do Comandante
da Força de Submarinos,
D.ª LEILA DE OLIVEIRA*

*Chegada do Exm.º Sr.
Comandante de Operações
Navais, Almirante-de-
Esquadra RENATO DE
MIRANDA MONTEIRO e
Exma. Sra. D.ª SONIA
MONTEIRO*

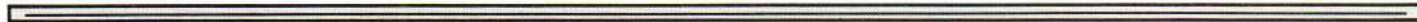


*Chegada do Exm.º Sr.
Comandante do 1.º Distrito
Naval, Vice-Almirante
JOÃO BAPTISTA
PAOLIELLO e Exma. Sra.
D.ª SIMONE PAOLIELLO*

*Durante a missa em ação
de graças pelos 74 anos
da For" S"*



*Detalhes da missa em ação de graças pelos 74 anos da
Força de Submarinos*



Mais detalhes da missa...



Confraternização de Submarinistas durante o coquetel comemorativo dos 74 anos da Força de Submarinos



Palavras do Exm.º Sr. Comandante da Força de Submarinos, Contra-Almirante CARLOS AUGUSTO BASTOS DE OLIVEIRA

A tradição mantida: O Comandante JOBÁ puxando o hino da Força



Canto do hino da Força.



O tradicional corte do bolo de aniversário

*Despedida do Exm^o Sr.
Ministro da Marinha,
Almirante-de-Esquadra
HENRIQUE SABOIA*





A CONJUGAÇÃO INTELIGENTE ENTRE A POTENCIALIDADE DO ESTADO E A EFICIÊNCIA DA INICIATIVA PRIVADA.

Esse o segredo do empreendimento cujo sucesso representou a solução cabal do grave problema crônico de fabricação de munições de artilharia no Brasil.

A FI é uma empresa privada de capital nacional, que opera instalações industriais da Marinha, sob regime de arrendamento, estando apta a produzir munições na faixa de 35mm a 155mm.



FI INDÚSTRIA E COMÉRCIO S.A.

Escritório - Av. Rio Branco, 26 - 8.º andar - Rio de Janeiro - Brasil - CEP 20090

Telefone: 233-1188 - Telex: (021) 23997 FIIL BR

Fábrica - Av. Brasil, km 45 - CEP 23000 - Rio de Janeiro - Tel: (021) 394-9797

Para áreas de segurança máxima:



SATURNIA energia confiável e sem limites garantindo fronteiras.

Centros de: controle de tráfego aéreo; defesas aérea, marítima e terrestre; rastreamento de satélites; pesquisas espaciais; processamento de dados; telecomunicações; etc. são áreas que exigem fornecimento ininterrupto de energia dentro de rigorosos padrões de qualidade.

Os sistemas ininterruptos de energia, produzidos pela Saturnia, dão a esses setores a segurança requerida para suas atividades. E esta confiança é demonstrada por uma longa lista de usuários, em instalações civis e militares.

Oferecendo recursos da mais avançada tecnologia e capacidades até 750 KVA, os **Sistemas Saturnia - UPS Série 3000** - garantem um fluxo ininterrupto na alimentação de energia; sem interrupções, oscilações de frequência ou transitórios de voltagem.

Além de uma completa linha de Sistemas UPS, a Saturnia produz e instala sistemas de energia completos, que abrangem equipamentos eletroeletrônicos de última geração e baterias chumbo-ácidas. Soluções sempre adequadas para cada instalação, capacidade e tipo de aplicação.

A Saturnia é, também, a única empresa na América Latina que fabrica **Baterias Especiais para Submarinos**.



Seu constante desenvolvimento tecnológico e a associação com a Varta Batterie AG (maior fabricante mundial de baterias para submarinos) permitem à Saturnia produzir baterias de avançada concepção que atendem rígidas especificações de segurança e desempenho.

Escolhidas pelo Ministério da Marinha Brasileira, as **Baterias Saturnia para Submarinos** apresentam entre muitas características: placas positivas tubulares que proporcionam maior vida útil e alta confiabilidade; sistema de circulação forçada do eletrólito; pólos múltiplos para melhor condutividade de cada elemento e circulação de água de refrigeração nos pólos e pontes de pólos. Os elementos são montados em caixas de resina de poliéster, reforçada com fibra de vidro, resistentes a ácidos e à prova de vazamentos e inundações.

A Saturnia é isso: tecnologia e experiência em sistemas de energia. Energia segura e confiável para uma segurança cada vez maior.



SATURNIA S.A.
SISTEMAS DE
ENERGIA

Rua Dr. Miranda de Azevedo, 329
CEP 05027 - São Paulo - SP.
Tel.: (011) 263.1011 - Telex: (011) 21636