

Periscópio

ANO XXXVII - Nº 53



S. Domingos (S-1)



S. Tachira/S. Tasso (S-11) Classe Florest Type



S. Vasco (S-3)



S. Maria (S-01) Classe Uthmaniyah



S. João (S-02)



S. Tiago (S-03)



S. João (S-04)



S. Espírito Santo (S-05)



S. João (S-06)



S. João (S-07)



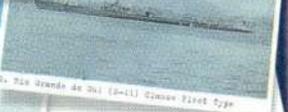
S. João (S-08)



S. João (S-09)



S. Amélia (S-10)



S. Amélia (S-11)



S. Amélia (S-12)



S. Amélia (S-13)



S. Amélia (S-14)



S. Amélia (S-15)



S. Amélia (S-16)



S. Amélia (S-17)



CAPA: Quadro a óleo:
"O Velho Marinheiro" de
CMG (RRm-IM) Willian Cavalcante
Computação Gráfica: Sr. Fernando S. de Souza



O PERISCÓPIO
ANO XXXVII - Nº 53
1999
EXPEDIENTE

**Comandante da Força de
Submarinos**

CA Miguel Angelo Davena

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

CMG Pedro Fava

Redator

CC Oscar Moreira da Silva Filho

Supervisor Gráfico
Antonio Carlos Fonseca

**Editoração Eletrônica e
Diagramação**
Marcos Mendonça de Moraes

Montagem
Júlio Cesar S. Matos

Revisão
CC Oscar Moreira da Silva Filho

**Editoração, Fotolito, Impressão e
Acabamento**

*Diretoria de Hidrografia
e Navegação*



SUMÁRIO

"SMCC 98 (Holanda)", 5

"Nota Sobre Eng^a Acústica Para Submarinistas", 11

"Guerreando Contra Submarinos Convencionais", 15

"Pesquisa e Exploração Arqueológica Submarina
Em Águas Sob Jurisdição Brasileira", 21

"Um Resgate Em Alto Mar", 25

"Detonações Submarinas", 29

"Delineamento de Uma Doutrina de Segurança Integral
Para Submarinos Nucleares no Brasil", 33

"Uma Reflexão Sobre Submarinos Deterrentes", 41

"Só Resta Um Minuto", 51

"Um Alerta e Uma Proposição", 55

"Detecção Abaixo D'Água Através do Ruído de
Fundo", 61

"Clay Blair – Uma Crítica", 67

"Na Despedida de Um Comando", 69

"A História dos Submarinos Italianos", 71



ATENÇÃO

Os artigos e conceitos emitidos nos textos publicados em "O PERISCÓPIO" são da responsabilidade exclusiva de seus autores, não representando, obrigatoriamente, o pensamento oficial da Marinha do Brasil.



Caro Leitor

A Revista "O Periscópio" tem como finalidade a divulgação de assuntos relativos às atividades de submarinos e mergulho.

Já iniciamos a preparação da Edição de 2000, e contamos com a sua colaboração, seja ela um artigo, uma tradução ou matéria de publicidade.

Os artigos, versando sobre temas relacionados a submarinos e mergulho, não deverão exceder a seis páginas (em espaço dois) e poderão ser entregues manuscritos, datilografados ou em disquetes.

O CIAMA premia, anualmente, os três melhores artigos, originais e de própria lauda, encaminhados para publicação na revista.

Quaisquer esclarecimentos complementares poderão ser obtidos pelos telefones de 716-1376 a 716-1390 (ramais 332 ou 348) e 716-1392 (fax), ou pelo endereço:

*Revista "O Periscópio"
Centro de Instrução e Adestramento
"Almirante Áttila Monteiro Aché"
CIAMA
Ilha de Moncanguê - Niterói - RJ
CEP: 24040-300*

*Agradecemos a sua colaboração.
Atenciosamente,
A redação.*

Vote!

o CIAMA premia anualmente, os três melhores artigos, originais e de própria lauda, publicados na revista "O PERISCÓPIO".

A premiação é feita na data do aniversário deste centro, em 23 de outubro.

Envie seu voto e ajude-nos a escolher os vencedores!

Endereço:

Revista "O PERISCÓPIO"

***Centro de Instrução e Adestramento
Almirante Áttila Monteiro Aché - CIAMA***

Ilha de Mocanguê - Niterói - RJ

CEP 24040 - 300

Ou pelo

FAX (021) 716-1392

"SUBMARINE COMMAND COURSE (SMCC) – PERISHER / 1998"

CC Oscar Moreira da Silva Filho

1. Nome do Evento: ROYAL NETHERLANDS NAVY
– SUBMARINE COMMAND COURSE 1/98 (PERISHER)
– SMCC 1/98.

2. Nome: da Instituição: "Royal Netherlands Navy".

3. Local e período do evento:

– cidade: DEN HELDER – Holanda
– período: 18FEV a 08JUL98

4. Nome do aluno:

CC OSCAR MOREIRA DA SILVA FILHO, designado através da Portaria nº 0412, de 18DEZ97 do EMA.

5. Instruções transmitidas ao aluno, de interesse da MB:

Este tipo de curso e sua duração proporciona uma boa oportunidade para obtenção de conhecimento a cerca de uma Marinha reconhecidamente profissional e de muito bom grau de sofisticação de equipamentos.

6. Conteúdo programático do curso pode ser dividido em 3 fases:

1º - Viagem de Familiarização a bordo de um submarino holandês classe "WALRUS";

2º - Fase de Segurança;

3º - Fase Tática e emprego do meio;

1.0 - A Fase de Familiarização a bordo:

Esta fase visa a adaptação dos oficiais-alunos de marinhas estrangeiras que realizarão o curso SMCC.

Consta de uma comissão de período superior a 10 dias e inferior a 15 dias de mar em exercícios com navios da OTAN, proporcionando um primeiro e importante contato com a tripulação, o navio e a sua condução, preparando e auxiliando

ando os oficiais-alunos para a realização do curso tanto no treinador de ataque quanto nas fases de mar.

Torna-se uma grande oportunidade para realizar exercícios tipo CASEX, apurar as distâncias estadimétricas pelo periscópio, adaptar-se a grande quantidade do tráfego marítimo ao longo do Canal da Mancha e da costa europeia como um todo. Ainda pode-se considerar a preocupação do Comandante do S. BRUINVIS (CC DEGROOT) em fornecer diversas informações importantes para o melhor aproveitamento do curso e, também, possibilidade de os oficiais-alunos manobrem durante os exercícios realizados pelo submarino nesta fase.

A turma SMCC 1/98 era constituída por:

CDR	MOON (Marinha da Korea);
LTCDR	ROEFENS (Marinha da Holanda);
LT	STUFKENS (Marinha da Holanda);
LTCDR	GUDGIN (Marinha da Australia);
LTCDR	KEOUCH (Marinha da Australia); e
LTCDR	OSCAR (Marinha do Brasil).

Instrutor: CDR J. WIJBRANDS (TEACHER)

2.0 - Fase de Segurança

2.1 - Período 09MAR a 17ABR98

– Treinador de Ataque

Foram realizadas, em média, 6 "corridas" para cada oficial-aluno por dia, constando de exercícios de segurança onde é desenvolvido a capacidade de controlar diversos alvos na cota periscópica, sem comprometer a segurança do submarino e do pessoal. Este exercício é conhecido em nossa Marinha como "GODEX".

Inicialmente controla-se apenas um alvo, evoluindo para nos últimos dias alcançar até 5 alvos.



FOTO DA TURMA



**CPO KEES VAN DE MUELLEN – CDR (KOREA) MOON – LTCDR (BRA) OSCAR – LTCDR (AUST) CHRIS J. GUDGIN – LT (HOL)
DENNIS STUFKENS – LTCDR (AUST) ANDREW KEOUGH – LTCDR (HOL) JOHAN ROEFFENS – CDR (HOL) JAN WIJBRANDS**



2.2 – Período 17 a 30ABR98

– Fase de mar da Fase de Segurança a bordo do S. WALRUS (holandês).

Constando de 10 dias de mar, conduzindo exercícios de GODEX com até 3 navios de guerra e navios que transitavam na área.

A comissão é realizada exclusivamente para apoio ao curso SMCC e em águas norueguesas por proporcionar características adequadas em termos de profundidade, densidade do tráfego marítimo e possibilidade de realizar as corridas em águas interiores (FIORDES) para caso de mau tempo, o que acabou ocorrendo na segunda semana-tipo.

Como fato relevante pode-se registrar mais uma vez, a importância dada a este tipo de curso e o reconhecimento por parte dos tripulantes dos navios de superfície a ponto de promoverem um coquetel a bordo de uma Fragata holandesa, durante a estadia na cidade norueguesa de BERGEN, em homenagem ao Submarino e aos alunos do SMCC 1/98.

Quanto o meu desempenho nesta fase, pode-se considerar que obtive certa facilidade, tendo em vista que os procedimentos já implantados e utilizados em nossa Marinha contribuíram na base, proporcionando um desenvolvimento durante as corridas no treinador de ataque e, finalmente na fase de mar.

3.0 – Fase Tática

3.1 – Período de 01MAI a 05JUN98

– Treinador de Ataque

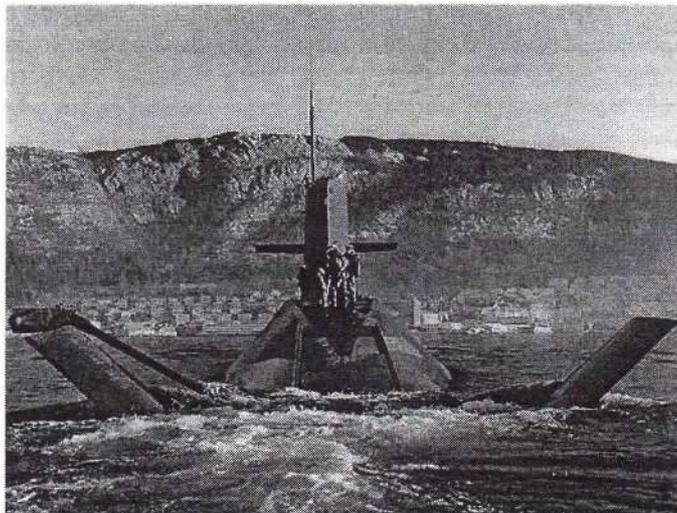
Nesta fase o curso passava a contar com 4 alunos, tendo o LTCDR ROEFENS (Holanda) solicitado dispensa do serviço ativo da Marinha às vésperas da fase de mar (segurança) e CDR MOON (Coréia do Sul) dispensado do curso por deficiência e pouca experiência na condução dos exercícios GODEX.

Esta fase constou de exercícios de Ataques a Forças-Tarefa, operações secundárias em águas fictícias e em áreas do "FIRTH OF CLYDE" na Escócia, reproduzindo com bastante semelhança e proporcionando uma familiarização para as operações que seriam realizadas naquela área na próxima fase de mar.

Ainda tive a oportunidade e primeiro contato com operação do Sonar de banda Estreita (Towed Array – NARROW BAND) em exercícios tipo SUB x SUB também visando a igualdade e padronização dos procedimentos por parte dos

alunos para condução deste tipo de operação com submarinos da OTAN que posteriormente, também, iríamos conduzir na fase de mar.

Em geral os procedimentos não diferem dos já existentes na MB, porém a diversidade, as possibilidades de meios, o grau de prontificação dos sistemas, pessoal e a infra-estrutura que suporta o curso permite uma condução por parte dos oficiais-alunos como "Comandantes" não somente durante as corridas no TA como na fase de planejamento, não faltando nenhum tipo de material e/ou pessoal do "STAFF" do curso.



Vista de popa do HrMs ZEELLEEUW

3.2 – Período de 08JUN a 06JUL98

– Fase de Mar

Este período pode ser dividido em:

- Operação secundária no "CLYDE" (08 a 14JUN);
- Participação em operações da OTAN – JMC 982 (15 a 25JUN);
- SUB x SUB, com SSN Trafalgar (ROYAL NAVY) – (25 a 29JUN); e
- Operações Secundárias no "CLYDE" (30JUN a 06JUL).

Foi proporcionado ao oficial-aluno a condução como comandante do submarino "Zeelleeuw" (classe Walrus) na função de "Duty Captain", sendo de sua inteira responsabilidade as determinações de posicionamento, período e momento de condução de esnorquel e então condução de exercícios e orientação dos oficiais de serviço (oficial de periscópio) em livros de ordens noturnas.



Neste período o instrutor e o comandante do submarino se revezam na "condução do submarino", que significa a supervisão efetuada sobre os oficiais-alunos quando "Duty Captain".

Durante esta fase de mar ocorreram dois cortes, sendo um na primeira semana (operações secundárias) do oficial australiano LTCDR GUDGIN por comprometimento da segurança do submarino e da tripulação e o outro na última semana do oficial holandês LT STUFKENS por postura inadequada perante seus comandados por ocasião de seus exercícios.

Além de operações secundárias, SUB x SUB, tive a oportunidade de conduzir e observar diversos exercícios como: CASEX avançados, trânsito com oposição SB (com mais de 10 escoltas e 2 HVU), lançamento de minas por parte de navios de superfície, navegação em águas rasas; ataques a navios A/S em águas rasas, trânsito SB com oposição de superfície e aérea (com helicópteros e aeronaves de asa fixa como MPA (Maritime Patrol Aircraft) tipo P3C, NIMROD, ATLANTIQUE e MPA Canadense) dificultando e obrigando ao submarino a um planejamento minucioso, apurado e flexível no que diz respeito a velocidade, períodos de esnorquel, varreduras MAGE, Perfil termográfico.

Pode-se concluir a grande importância deste tipo de experiência que pude participar e aprender nestes 26 dias de mar em contato com outras Marinhas, acrescida do fato de extrema preocupação quando operando em áreas de alta concentração de barcos pesqueiros, onde todos são conscientes dos procedimentos de segurança a fim de evitar qualquer tipo de BP, existindo até "Briefings" por parte de oficiais da Marinha Britânica antes da ida dos submarinos para as áreas de exercícios, baseado em publicação dessa Marinha (SMP 95).

Nesta fase conclui um total de oito operações secundárias em águas rasas, próximo a costa sem qualquer tipo de familiarização prévia ou informações diferentes de roteiros, listas de faróis, cartas de correntes, tábuas de marés fornecidos pelo curso; diversos tipos e quantidades de trânsito com oposição SB e trânsito com oposição de ANV A/S; SUB x SUB, em média de 3 períodos de 12 horas de exercícios para cada oficial-aluno; e levantamento de T.M. e acompanhamentos MAGE de contato em trânsito para as áreas de operações.

Terminamos esta fase com dois alunos dos LTCDR KEOUGH (Marinha da Austrália) e LTCDR OSCAR (Marinha do Brasil).

7. Qualidade e Profundidade dos Ensinamentos apresentados pelo corpo docente da instituição;

O curso foi ministrado e coordenado pelo CDR I. WIJ BRANDS que, possui grande experiência e qualidades indiscutíveis como submarinista. Comandou dois submarinos no total de quatro anos consecutivos e este foi seu quarto curso como instrutor.

Durante todo o curso, seu objetivo era incentivar e prevenir o oficial-aluno a obter as melhores ações, decisões sempre colocando como pontos mais importantes a segurança do submarino e tripulação e ressaltando a correta postura de futuros comandantes de armas tão especiais.

A nossa Marinha, como já dito anteriormente, já opera submarinos de acordo com procedimentos da escola Britânica e Holandesa desde a vinda dos submarinos classe "Oberon" (Humaitá) nos anos 70, porém a cada curso SMCC podemos permitir uma atualização e aprendizado de táticas e operações com navios e sistemas modernos de Marinha da OTAN que, então, são transmitidos a oficiais, submarinistas em nossos cursos ministrados no CIAMA.

8. Resultado da Avaliação Final do aluno:

Excelente curso, proporcionando ao aluno o aprendizado, prático e operação de um submarino moderno em exercícios com Marinhas modernas como "Comandante" em todos os aspectos e em situações bem próximas a realidade de conflitos, em conjunto a grande densidade de tráfego marítimo como unidades neutras, barcos de pesca como unidades amigas e áreas, também, de grande concentração de unidades aéreas e navais (navios, submarinos e aéreos) durante JMC 982.

Sendo este ano a primeira oportunidade de envio de um oficial brasileiro para curso na Holanda, inicialmente pude constatar o total desconhecimento e até desconfiança sobre o nível de nossa Marinha. Aos poucos esta impressão inicial foi alterando chegando então a condição de igual nível com as demais Marinhas que operam submarinos na Europa consideradas de "Ponta".

9. Aplicabilidade dos Ensinamentos colhidos para o desenvolvimento de Projetos e Atividades de interesse da MB.

Como já dito, nestes quase cinco meses de curso em país desenvolvido, conseqüente Marinha desenvolvida e profissional com a holandesa pode proporcionar um volume de conhecimentos, experiências, oportunidade e em último plano de divulgação de nossa Marinha que será de importância para a manutenção do nível de nossos oficiais e cursos ministrados durante a carreira do submarinista.

A aplicabilidade e interesse da MB é total, a tal ponto que hoje outras Marinhas da América do Sul nos procura-



rem para cursos em nosso Centro, tendo em vista a experiência adquirida por consequência de cursos como este em que obtivemos sucesso no exterior.

10. Aspectos positivos relevantes do evento, que sejam de interesse para a MB.

São diversos e podemos relacioná-los:

A) – Atualização de procedimentos aplicados em Marinha da OTAN;

B) – Proporcionar ao oficial-aluno a experiência em conduzir submarino em condições bem próximo a de conflito.

C) – Proporcionar acesso a novos equipamentos e sistemas empregados a bordo e como gerenciar dificuldades devido avarias e/ou limitações;

D) – Proporcionar a OTAN, a reais condições de nossa Marinha em função de oficiais-alunos enviados para este tipo de curso;

E) – Manutenção do alto nível e qualidade dos cursos e estágios ministrados nos nossos Centros de Instrução, a ponto de despertar interesses de Marinhas vizinhas;

F) – Intercâmbio e troca de informações de maneira geral; e

G) – Consolidar os laços de amizade não só da Marinha, como o Brasil com países da OTAN;

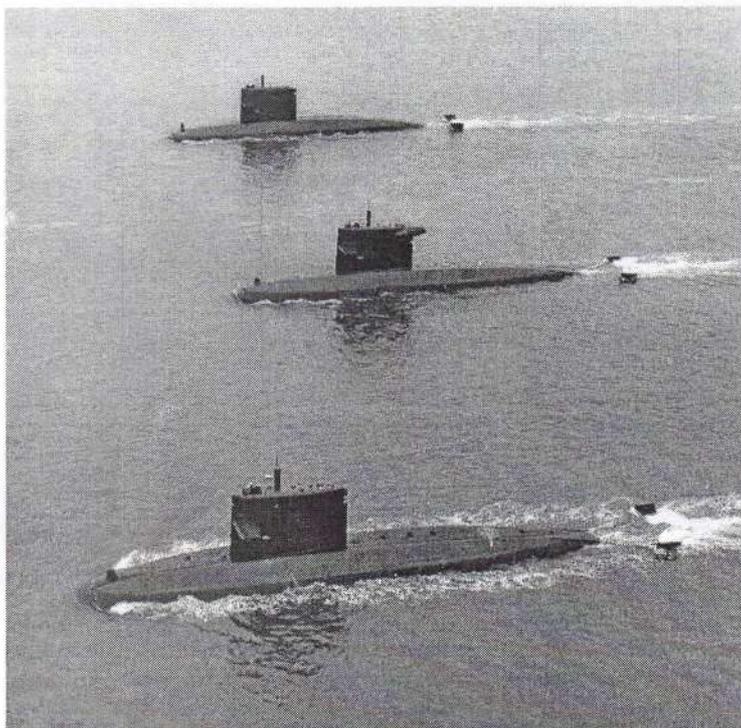
11. Consideração Finais, Sugestões e Conclusão:

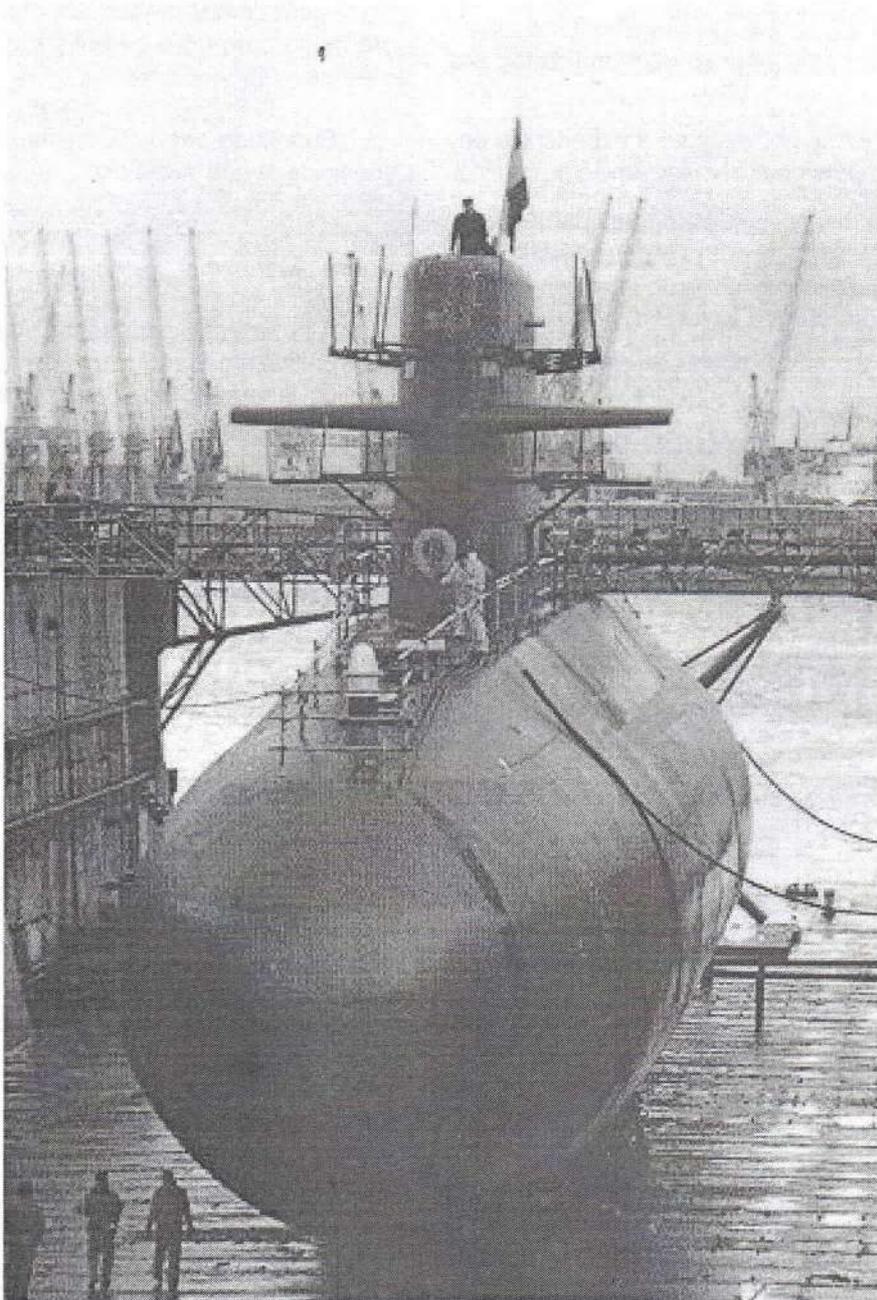
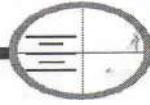
Considero de grande valia a oportunidade de poder estudar, aprender, operar e atualizar em aspectos táticos e estratégicos com Marinhas reconhecidamente profissionais e de muito bom grau de sofisticação de equipamentos e sistemas.

Sugerindo conseqüente manutenção deste curso, em periodicidade não superior a 2 anos, a fim de permitir atualização, intercâmbio e reforçar laços de amizade proporcionando inclusive demonstrar o conhecimento e potencialidade de nossa Marinha.

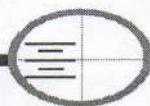
A experiência acumulada pelo oficial devido a participação efetiva em exercícios da OTAN: SUB x SUB com SSN Britânico, operação do sonar rebocado de banda estreita (Towed Array), operações em águas rasas como minagem, perifoto e lançamento de agentes e tráfegos operativos com oposição aérea (MPA e helicópteros de diferentes nacionalidades e modelos), permitem a sua aplicação total em nossas unidades, já que os procedimentos pouco diferem dos empregados na MB.

SUBMARINOS: WALRUS, ZEELLEEUW E BRUINVIS





ZEELEEUW





NOTAS SOBRE ENGENHARIA ACÚSTICA PARA SUBMARINISTAS

Autor: CF Arthur Lobo da Costa Ruiz

Aquele que for especialista em esconderijos defensivos nas cavernas mais secretas da terra, torna impossível para o inimigo saber seu paradeiro. Assim, os lugares que ele dominar serão exatamente os que o inimigo não poderá atacar. Sun Tzu [1]

Na escuridão das profundezas oceânicas, ambiente de operação dos submarinos, a impossibilidade visual faz do sonar o principal sensor orientador e o combatente mais capaz será aquele melhor adaptado e com mais talento para lidar dentro deste contexto.

A capacidade de distinguir os sons, de perceber a presença e movimentações de corpos externos, o conhecimento dos ruídos gerados pela sua plataforma e das características sonoras do ambiente são questões cruciais para o desenvolvimento de ações táticas das unidades submersas.

Para poder melhor "enxergar", conta o submarinista com transdutores e equipamentos de amplificação e de processamento de sinal. Também faz diferença o conhecimento e a experiência de operação na área. No entanto, não é raro o operador experiente, mesmo auxiliado por equipamento sofisticado, ser surpreendido com previsões de alcance sonar que se verificam ora sub, ora superestimadas, quando comparadas com os cálculos realizados.

Quando operando no saudoso S. "Amazonas" e exercendo funções no Departamento de Operações, responsável direto pelos cálculos da previsão de alcance sonar, essa questão martelava minha mente. Erro de cálculo? Pensava, enquanto refazia todas as contas.

Alguns Comandantes, discretamente, certamente em consideração ao seu Oficial de Operações, dispensavam o assessoramento prestado, intimamente confiando mais na sua experiência de operação naquela área.

Pode-se especular que a discrepância observada adviria do modelo matemático adotado na previsão de alcan-

ce sonar ou da utilização de parâmetros incorretamente atribuídos ou simplesmente desconhecidos. De qualquer maneira, esta é uma questão importante para aqueles que, rotineiramente, precisam confiar na previsão de alcance sonar da área de operação e assim retornar à cota periscópica em segurança.

O problema " Sonar"

Todos sabemos que a questão sonar é multidisciplinar. Ela envolve áreas de conhecimento que vão da física do som às ciências dos materiais e mecatrônica, passando pela informática, estatística, telemática e muitas outras [2].

Ao operador também deve interessar conhecer as limitações de seu equipamento, assim como os princípios que regem o modelo de propagação empregado. O problema sonar, do ponto de vista de quem dele depende para tomar decisões, pode, de uma maneira bem geral, ser dividido em três grandes áreas:

- a propagação do som na água, entre o alvo e o transdutor do submarino, que chamaremos simplesmente de propagação;
- a transformação do sinal acústico em sinal elétrico e vice-versa, operada pelo transdutor do sonar; e
- a amplificação e o tratamento do sinal elétrico.

A Propagação do Som

Talvez seja um dos problemas mais difíceis a ser resolvido. A enorme quantidade de parâmetros que interferem na propagação do som e o seu caráter tridimensional acarretam a criação de modelos matemáticos de solução complexa. A utilização de modelos muito simplificados (Lei de "Snell", por exemplo), que utilizam poucos parâmetros (velocidade do som) [3], podem produzir resultados com grandes erros, principalmente quando empregados em profundidades não adequadas (águas rasas).



Os atuais recursos computacionais permitem a utilização de modelos de propagação mais complexos, porém, cresce na mesma proporção a necessidade de conhecimento de um maior número de parâmetros do local (tipo de fundo, características químicas da água, estado do mar e outros) podendo, também, ser levado em conta a frequência de emissão.

Penso que o utilizador deve procurar saber qual o modelo de propagação utilizado pelo seu sistema para saber em quais situações e o quanto deve nele confiar.

Pelo lado do “caçador”, o deslocamento de um moderno submarino convencional em águas rasas e com forte presença biológica pode produzir ruídos de intensidade menores que os provocados pelo próprio meio ambiente. Isto equivaleria tentar ouvir os passos de alguém em uma sala com várias pessoas conversando.



Modernos submarinos convencionais podem produzir ruídos de intensidade menores que os do meio ambiente

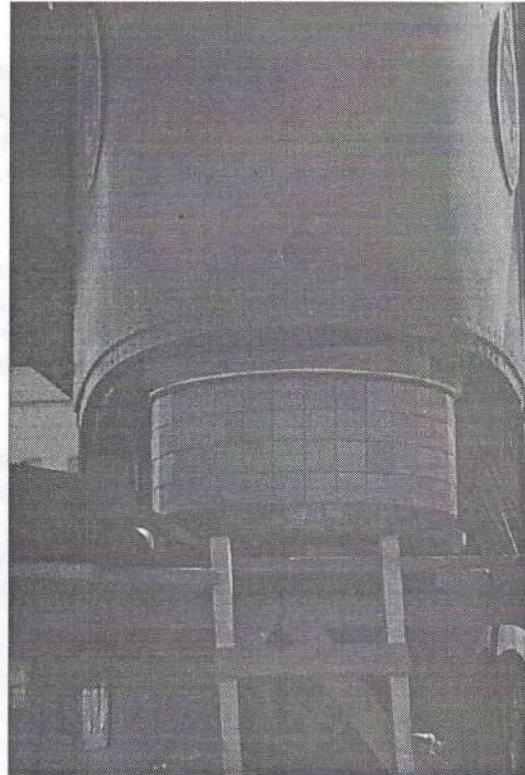
Estudos nessa área são objeto de intensa investigação científica pois, além da ameaça às potências globais – representada por submarinos convencionais de pequeno porte operando em águas rasas - o desenvolvimento de mísseis inteligentes lançados por submarinos atinge o seu apogeu. Exemplo prático foi filmado e transmitido por canais de TV do mundo todo, quando do lançamento do míssil Tomahawk, em novembro de 1998. O míssil, armado com cabeça de combate convencional, foi lançado pelo tubo de torpedo do submarino de propulsão atômica HMS “Splendid”, nas costas do sul da Califórnia, atingindo um alvo na Ilha de San Clemente, após voar 500 milhas [8].

O Transdutor

O transdutor faz a interface com o mar. Ele é responsável pela transformação do som em sinal elétrico, e vice-

versa, e de nada adiantará sistemas de processamento sofisticados se um simples transdutor não efetuar sua tarefa corretamente.

O submarino convencional, quando operando seu sonar ativo (exceto ecobatímetros), normalmente se vale de elementos transdutores do tipo “Tonpilz” [4]. Este modelo é utilizado pois possibilita transmissão de sinais de frequências relativamente baixas e tem pequenas dimensões. Passivamente, é comum usar-se conjuntos de hidrofones convencionais compostos, cada elemento, de uma coluna de discos de cerâmica piezoelétrica.



Transdutor do CTA dos submarinos classe “Tupi”

Importante mesmo para o operador é saber das condições de funcionamento de seus transdutores. É comum se valer de inspeções visuais e testes de resistência de isolamento, e só. No entanto, algumas vezes, apesar de obter-se resultados favoráveis nos testes citados, podemos estar com transdutores inoperantes. A análise da imitância eletroacústica [5] possibilita o conhecimento das reais condições de operação de cada elemento transdutor, incluindo seu material piezoelétrico, através de pequenos testes. É claro que a necessidade de equipamento e pessoal especializado não permite torná-la rotina, mas uma bateria completa de testes em docagens é uma boa prática. Este procedimento pode evitar surpresas desagradáveis como a inoperância de algum elemento do “array” e, o que é pior, sem o conhecimento do utilizador.



Algumas vezes esta análise pode ser de grande importância. O melhor exemplo é dado pelo problema causado pela utilização, em mares tropicais, de transdutores feitos para operar em águas geladas. Alguns submarinos da década de 70, projetados para patrulhar oceanos árticos, utilizavam hidrofones dotados de material piezoelétrico, como o titanato de bário semi-dopado, que perde a função piezoelétrica quando sua temperatura atinge cerca de 80o C (conhecida como "temperatura de Curie"). Ou seja, ao atingir essa temperatura o material perde, de maneira irreversível [6], sua principal característica.

Percebe-se que aplicando testes convencionais (visual e de condutividade) não é possível detectar tal anomalia. Como falamos de "array" de hidrofones, também não é possível transmitir e ouvir a emissão. Para países tropicais como o nosso, trata-se de assunto relevante, pois não é difícil atingir temperaturas no casco próximas aos 80o C em docagens durante o verão. É possível resolver o problema fazendo a substituição por material mais apropriado, como o titanato-zirconato de chumbo (PZT tipo I), que tem "temperatura de Curie" próxima aos 328o C. Tal substituição, no entanto, implica em alterações nas dimensões físicas da cerâmica, exigindo projeto a ser executado por engenheiros especializados lotados no Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM). Hoje em dia, normalmente os sonares usam o PZT na composição de seus elementos, no entanto, sempre é bom "checar" para evitar surpresas indesejáveis.

O Tratamento do Sinal

Inicialmente um ruído de alvo ou o eco de uma transmissão sensibilizam a cerâmica piezoelétrica do transdutor. Concluída a transdução dos sinais sonoros, efetuada pelo transdutor, são gerados sinais elétricos de características proporcionais que, então, poderão receber tratamento adequado.

Pode-se imaginar como é pequena a amplitude dos movimentos da cerâmica piezoelétrica causada pelas vibrações sonoras. Logo, também o sinal elétrico encontrado terá amplitude bem pequena. É necessário, então, a correta amplificação do sinal, de modo a ser detectado e tratado convenientemente.

Este sinal elétrico amplificado é então digitalizado, de maneira a utilizar computadores como ferramenta. A partir daí, estará pronto para receber técnicas de tratamento de sinais, técnicas essas efetuadas por programas dedicados rodando em ambientes especializados em processamento de sinais.

Basicamente, essas técnicas utilizam o recurso matemático da "transformada de Fourier", que nada mais é que

a interpretação do sinal com a perspectiva da frequência. Ou seja, quando ouvimos um sinal sonoro durante um período de tempo e plotamos em gráficos, não conseguimos retirar nenhuma informação útil. Veremos apenas as variações das intensidades do som. A "transformada de Fourier" permite fazer a plotagem deste sinal, frequência por frequência, naquele intervalo de tempo. Assim, é possível obter informações importantes como, por exemplo, qual a frequência predominante em certa emissão detectada. Dessa maneira, trabalhando no "domínio da frequência", pode-se usar técnicas, entre outras, que analisam o sinal regressivamente e adaptativamente, fazendo a completa análise de sinal e chegando até às assinaturas acústicas de navios e submarinos.



Sonares de última geração permitem obter as assinaturas acústicas de navios e submarinos

Vale notar que o processamento digital permite, também, uma série de filtragens e varreduras, além de possibilitar o direcionamento de lóbulos acústicos [7], característica fundamental de "arrays" de transdutores, rebocados ou não.

Comentários finais

A completa noção dos parâmetros envolvidos, a abertura das "caixas-pretas" dos sistemas de bordo que tratam de acústica - ao menos quanto aos seus princípios básicos - e o grau de confiança que nele pode ser depositado são alguns dos fatores de real preocupação do profissional que tem o mar como envoltória de seu ambiente de trabalho. A grande maioria dos comentários aqui apresentados são igualmente aplicáveis a qualquer plataforma submersa convencional.

O submarinista que é, por definição e necessidade, marinho com fortes características profissionais, percebe o grau da importância desses assuntos. O aperfeiçoamento de conhecimentos nessa área pode ser incentivado com a aplicação de cursos expeditos e de média duração, com feições de profundidade do ponto de vista científico.

Seria desejável a disponibilidade de biblioteca especializada destinada ao pessoal envolvido nesses estudos. Fator complicador é a inexistência de livros sobre o assunto em português, que inibe e encarece sua implementação.

A matéria abrangida pela Engenharia Acústica se expande e complementa, também, o entendimento de temas como armas submarinas e sistemas integradores de armas, que são igualmente caros aos submarinistas.

Referência bibliográfica:

- [1] Sun Tzu, A Arte da Guerra, adaptação e prefácio de James Clavel; tradução de José Sanz – 19a ed. – Rio de Janeiro; Record, 1997.
[2] Hunt, F. V., Eletroacoustics - The Analysis of

Transduction, and its Historical Background. 1982, Acoustical Society of America.

[3] Kinsler, L.E.; Frey A.R.; Coppens, A.B. e Sanders, J.V., Fundamentals of Acoustics. 1982, John Wiley & Sons, Inc.

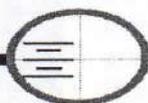
[4] Ruiz, A.L.C.; O Transdutor Tipo Tonpiliz. 1995, Pesquisa Naval número 8

[5] Ruiz, A.L.C.; Introdução à Análise da Imitância Eletroacústica. 1998, Pesquisa Naval número 11.

[6] Wilson, O.B., Introduction to Theory and Design of Sonar Transducer. 1988, Peninsula Publishing.

[7] Ziomeck, L.J., Acoustic Field Theory and Space-Time Signal Processing. 1995, CRC Press, Inc.

[8] Home page da Royal Navy. Endereço na Internet: <http://www.royal-navy.mod.uk/new/latest/news/181198.htm>



Embratur: 17968 00 41 5

SNEA: 7289

IATA: 57 0 1538 3

VIAJE COM QUEM SEMPRE VIAJOU COM VOCÊ !

Direção: CMG (RRm – SB) PAULO GUSTAVO

Tel.: (021) 571-9860

e-mail: [nicetrip @ skydome.net](mailto:nicetrip@skydome.net)



“GUERREANDO CONTRA SUBMARINOS CONVENCIONAIS”

“BATTLING BATTERY BOATS”

Autor – REAR ADM. W.J. Holland

US NAVY (RETIRED)

(Proceedings jun97)

Adaptação: CC Oscar Moreira da Silva Filho

Todo submarinista tem o potencial para causar danos, mas o mito da invencibilidade do Submarino diesel-elétrico em operações litorâneas pode ser destruído se a preparação para guerra anti-submarina for desenvolvida, assimilada e praticada.”

Muitos dos oficiais de Marinha, hoje em dia, tem para os Submarinos diesel-elétricos como quase “invencíveis” adversários quando em águas rasas. Esta impressão não surge de análises e/ou experiências mas por simples ignorância. Falhas de teoria e prática perpetuaram este mito, mesmo em face do avanço em quase todas as áreas da tecnologia da guerra Submarina e Anti-submarina.

Além dos submarinos e a comunidade de patrulha marítima aérea, poucos oficiais do serviço ativo adestraram contra/com os reais submarinos, e o números de oficiais e os engajamentos estão reduzindo com o fim da “Guerra Fria”, sendo outras atividades e tarefas em maior precedência do que guerra A/S. Exercícios contra submarinos em águas rasas sempre tiveram baixa prioridade e ocorrência, praticados por curtos períodos, por pessoas pouco experientes, resultando em frustração e insucessos. Isto está incluso na atmosfera da “lenda” dos submarinos diesel-elétricos em águas rasas. Estes se desenvolveram divulgados pelos defensores de investimentos em prol da guerra A/S e oficiais de inteligência ansiosos em “alimentar” as ameaças marítimas.

Todo submarino tem o potencial em causar sérias avarias e problemas. Esta afirmação de “experts” da guerra A/S não deveria diminuir nosso reconhecimento de que submarinos e minas são tão somente a atual ameaça para a dominação da Marinha Norte Americana. A Escolha de armamento por poderes navais inferiores em um submarino pode colocar e, talvez mesmo sobrepor, o potencial de uma Marinha superior.

A despeito de ser potencialmente perigoso e difícil localização, no entanto, submarinos convencionais possuem severas limitações – curta “endurance”, baixa velocidade,

armamento restrito, pequenas antenas de comunicações operando em baixa faixas de frequências facilmente “varridas” pelo inimigo, controle rígido entre acosub (autoridade controladora de submarinos) e o comando no mar, questionável competência e confiabilidade da tripulação – que as forças anti-submarinas podem explorar. O mais importante destes pontos citados, considera-se a limitação a “endurance”. A capacidade das baterias carregarem é uma grande limitação que reduz qualquer outra deficiência a níveis desprezíveis.

Aqueles sem experiência ou contrários ao emprego de submarinos convencionais tem dificuldade em acompanhar as limitações naturais sobre os problemas com as cargas de baterias, como conduzir as decisões a bordo do submarinos, e como pode ser usado pelos “Caçadores”. Para o comandante destes submarinos, toda e qualquer decisão deve ser ponderada sobre a capacidade das baterias – quanto ainda resta, onde o navio pode ir com o que resta, restrições de velocidade, quão longe pode levar a bateria e quando recarregá-la (esnorquel), onde o submarino estaria quando o esnorquel ocorrer, o quanto as condições atmosféricas e estado do mar irá afetar a carga de baterias e a capacidade do submarino permanecer oculto (discreto), e bem mais considerações devem ser lembradas.

O maior consumidor de baterias de um submarino é a propulsão. Como em qualquer propulsão marítima, a relação entre energia e velocidade não é linear; Quanto mais rápido um submarino navegar, menor será o tempo entre recargas (esnorquel). Um submarino à 16 nós cobre menor distância, sem recarregar suas baterias, que o mesmo submarino desenvolvendo uma velocidade econômica (6 nós). Diferente dos submarinos nucleares, os convencionais têm grandes dificuldades para clarear o “datum” em face dos modernos recursos da guerra A/S: logo evitar a detecção é imperativo para esta classe.

Sempre influenciando a cinemática dos navios está o conhecimento dos períodos necessários para os “diesel



boats” permanecerem na cota periscópica (CP) para cumprir seus períodos de esnorquel, ficando o submarino vulnerável a detecção visual e radar enquanto seus diesel-geradores estão operando comprometendo, também, a performance de seus operadores sonar devido a elevação do nível de ruído próprio.

A maior virtude na guerra A/S- especialmente quando operando com um diesel-elétrico – é a Paciência! O “Caçador de Submarinos” precisa observar e esperar, mas com a certeza de que o submarino convencional irá, eventualmente, retornar à CP e permitir a sua detecção. Oportunidades para detecção podem ser forçadas se a unidade A/S obrigar a movimentação do submarino, mantendo sua missão e evitando, também, sua contra-deteção e contra-ataques por parte dos submarinos. Provocando a redução do intervalo de tempo entre cargas de baterias e/ou aumentando suas pernas de busca. Um submarino recarrega uma hora a cada vinte e quatro horas quando operando a 3 nós e oito horas a cada vinte e quatro horas quando a 6 nós.

“Air Independent Propulsion (AIP)” reduz um pouco estas dificuldades de deslocamento. Porém enquanto operando os equipamentos “Sterling” e “ciclo-fechado”, fazem do submarino mais vulnerável a detecções sonar. Mesmo quando instalados com amortecedores, os motores de “ciclo-fechado” irradiam elevado ruído (curto de ruído) através de sua estrutura. Limitado pela capacidade de estocagem do suprimento de oxigênio, AIP não é uma fonte inesgotável de energia, e sua potência é bem menos que a dos convencionais. AIP pode estender o período entre exposições de mastros (CP), mas não incrementam significativamente a capacidade de deslocamento do submarino.

Por motivo de seu pequeno raio de ação, submarinos diesel-elétricos podem ser comparados a “campos minados móveis”, e como campo minado, os navio A/S podem evitar se a área de patrulha for conhecida. Simplesmente, mantendo-se afastado destes submarinos irá frustrá-lo e evitar qualquer engajamento A/S desnecessário para aquela força. Isto não é tão difícil quanto aparenta. Por razão da frota de submarinos no mundo ser relativamente pequena, o número e características dos submarinos opositores podem ser tranquilamente levantados acuradamente.

Serviços de inteligência podem registrar o número de submarinos nos postos, tornando-se fácil a dedução de quantos submarinos encontram-se em sua área de patrulha. A relação comando-controle (Sub x AcoSub) impõe restrições pelas limitações de comunicações e necessita prevenir contra interferências mútuas de unidades submarinas operando em áreas ou até mesmo dividindo a mesma.

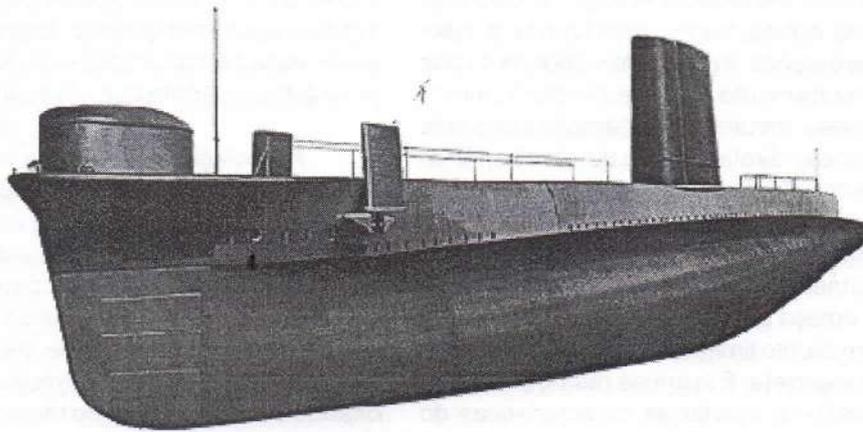
Estas limitações permitem aos caçadores de submarinos a usar táticas que seriam ineficazes ou até perigosas contra submarinos nucleares.

Numa busca de 36 a 48 horas em uma área sem qualquer detecção é possível considerar a não existência de um diesel-elétrico nas proximidades. Se um estivesse presente, a capacidade de sua bateria estaria tão baixa que suas chances de se deslocar seriam reduzidas ao mínimo. O tamanho desta área de busca é determinado pelas forças disponíveis para a busca e as condições ambientais da área de operação. Vários milhares de milhas quadradas não é impossível para uma aeronave de patrulha marítima ou sonares rebocados (“TOWED ARRAY”). Uma vez determinada a área a manter afastado, os navios A/S poderão ocupar uma posição segura, enquanto a busca se estende para uma nova área. Quando esta nova área torna-se “safa”, os navios poderão se deslocar novamente. As distâncias neste tipo de manobra podem ser suficientemente grandes a ponto de evitar o deslocamento do submarino diesel-elétrico para uma nova área de ameaça para esta Força-Tarefa.

Uma vez detectado, um submarino convencional pode ser evitado permanecendo afastado o necessário de seu “datum”. Pernadas curtas previnem contra estes submarinos de aproximações a contatos distantes em tempos razoáveis, e o limite da capacidade das baterias força-o ao esnorquel com maior frequência e maior período de carga ao invés de permitir de sua aproximação e consequente ataque.

No entanto em uma perseguição aumenta a probabilidade de detecção, facilita sua localização, e promove ataques satisfatórios. Estas limitações, acrescidas do conhecimento que onde um submarino está, não há outro nas proximidades, permite as forças A/S a concentrar todos os esforços sobre aquela suspeita de contato. Uma vez localizado, ataques persistentes colocarão o submarino em situação de defesa mesmo se não for alvejado/avariado; somente submarinos com alta performance, experiência e coragem podem ser eficazes para contra-atacar enquanto estiverem sendo acuados/perseguidos.

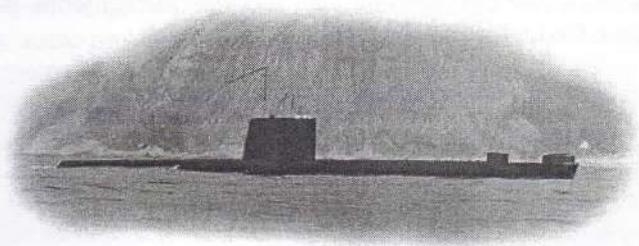
Operações de busca em áreas extensas por longos períodos são mais eficazes hoje em dia do que tempos atrás, não somente porque os sensores são melhores mas também por razões de computadores capazes de analisar e sintetizar o que está acontecendo no quadro tático. Propiciando durante a busca, os registros de tempo, posição e a probabilidade de detecção de cada sensor permite o cálculo da probabilidade da localização do submarino. Força A/S pode vasculhar áreas bem maiores do que submarinos convencionais tem capacidade. A coordenação das buscas, partindo desta afirmativa, permite as unidades A/S a reduzir as possíveis áreas de seus oponentes (submarinos) e, logo, sua detecção, localização com bom grau de certeza.



Submarino convencional – "OBERON CLASS"

Submarinos são limitados pelos seus sensores disponíveis. Submarinos convencionais, principalmente os menores, com falta de espaço, potência e pessoal, são obrigados a empregar sensores rebocados (sonar towed array) e acondicionar hidrofones grandes para detecção e localização a longa distância.

imaginar – dentre um dos mais dispendiosos treinamentos está o de vigilância não só a bordo de navios como observadores aéreos, a procura de mastros no mar em diferentes velocidades e diferentes tempos de exposição. Uma vez treinado, a vista humana é bastante eficaz.



SSK Tonelero – S 21

Radar – que não tem sido útil por 40 anos – geralmente pode prover maiores informações ao inimigo do que para o próprio uso do submarino. Nesta realidade, o periscópio é um valioso equipamento além de toda e qualquer compreensão dos não-submarinistas. Ele é o único não-ambíguo sensor viável para o submarinista; assim como para unidades A/S.

Águas rasas é uma dúbia área para submarinos e para submarinistas. Em águas bastante rasas, a termoclina é pequena ou quase nula, então não existe profundidade de camada que poderia "abrigar" o submarino contra os sonares de superfície nos dutos sonares ou para evadir-se de sonobóias. O fundo estará sempre presente como fonte de preocupação – "encalhar pode arruinar o dia de um submarino". Se as unidades A/S estiverem em suas áreas de patrulha/busca, amarradas, o submarino poderá ser "jogado" contra a terra. Manobras, já limitadas pela capacidade das baterias, fica restrita a não mais que 180°, e profundidade em torno 50 braças (cerca de 100 m) formam excelentes dutos sonoros com a superfície e o fundo. Este duto pode ser enriquecido com ruídos de arrebentação e motores/máquinas próximas as costas, porém se o fundo é rígido (pedra ou cascalho) e a superfície não estiver muito mexida (mar <2), a propagação sonora será melhor que muitos dutos de superfície. Esnorqueando neste duto é quase certo resultar em detecção por parte de unidades A/S.

Isto tem diversos efeitos. Primeiro, em operações submarinas, a vontade em olhar/observar excede sobre qualquer outra atividade humana, exceto, talvez, no jogo de pôquer.

Quanto mais inexperiente for o Comandante, maior sua vontade em observar e maior o tempo de exposição, para "bem treinados" Comandantes despendem cerca de 6 a 10 segundos para cada observação porém muitos deles chegam a meio minuto ou mais. Detecção visual durante estes eventos ocorrem mais frequentemente que se possa



Submarino convencional – Classe IKL 209-1400 – S. TAMOIO



Dentro das diversas dificuldades em encontrar/detectar um submarino em águas rasas, concluímos a não-adequabilidade em operações do sonar ativo por parte das unidades A/S. o comportamento do feixe sonoro funciona de maneira diferente neste ambiente. A operação adequada dos sonares é uma função direta do grau de adestramento e experiência do operador. Oficiais raramente compreendem a natureza do meio ambiente e as limitações que ela impõe nos equipamentos. Mesmo um operador bem treinado e experiente tende a aumentar o ganho do seu equipamento quando o eco sonar começa perder intensidade ou torna-se ambíguo. Com este ambiente limitado a reverberação, esta é exatamente a ação incorreta. Em águas rasas, diminuir a potência de transmissão e ajustar as características do pulso sonar no sentido de aumentar a largura de pulso reduz a detecção de fundo e coloca o submarino neste duto como "peixe no barril".

A busca com o sonar ativo é improdutivo. Desconsiderando sua eficiência, no entanto, o eco sonar complica, dificulta a decisão a ser seguida pelo submarino "caçado". Quando a unidade A/S varia suas características de pulso sonoro, chavea os intervalos de transmissão e nível de potência randomicamente durante sua busca; altera qualquer padrão de manutenção de contato normalmente utilizado por operadores de sonar de superfície, confundindo a análise por parte do submarino.

Podemos acrescentar, ainda, toda a mudança provoca uma indagação ao submarino: "porque está alterando o padrão de busca?". Por causa destas pequenas experiências, de quem o grau de confiança poderá reduzir, até mesmo o desenvolvimento tático dos acontecimentos antes de qualquer tomada de decisão. Submarinos na defensiva não são submarinos atacantes.

Uma vez um submarino detectado, nenhuma outra unidade A/S impõe maior grau de ameaça ao submarino que não o helicóptero A/S. quando o contato é obtido e três ou mais helicópteros são empregados, nem mesmo os ligeiros SSN (submarinos nucleares) podem fugir da "rede", a menos que os helicópteros cometem uma série de graves erros. Contra submarinos diesel-elétricos, um helicóptero geralmente é suficiente.

Em águas rasas, o armamento mais barato pode ser empregado com precisão sobre um alvo submarino com limitação de mobilidade devido sua bateria e profundidade.

"Torpedo n'água causa imediata reação em qualquer submarino. Não importa onde a arma está ou quanto ela é precisa, isto leva tempo para determinar se o torpedo foi endereçado" ao submarino ou a algum eco falso. As táticas de evasão torpédica disponíveis para os "diesel-boats" até o

momento é "ajoelhar e rezar". Ataques urgentes lançando armas n'água sem qualquer precisão de onde se encontra o alvo – irá provocar um período de reflexão ao submarinista, por mais experiente que ele seja.

A tripulação preparada e com confiança em operação de seus submarinos declaram o quanto é difícil a fase de busca e a eficácia de ataques urgentes. O próprio sistema de armas não tem a capacidade de equacionar/integrar para obter uma solução eficiente para o armamento. Por mais complexo que seja o sistema de direção de tiro e por mais que se conheça o ambiente, tenha treinamento, prática e sabedoria, uma tripulação precisará empregá-lo bem. Adicionando a complexibilidade técnica inerente ao submarino é plausível lembrar todo o ambiente existente exatamente ao submarino e a constante presença de altas pressões ao redor do casco resistente. Submarinos-essencialmente, navios que mergulham intencionalmente – são locais de trabalho "estressantes". Quando eles são perseguidos por homens que irão ou estão atacando, ele torna-se um verdadeiro barril de "stress". A preparação do comando, da equipe de ataque e a confiança da tripulação no Comandante e nesses mesmos – tudo produto de suas culturas, tradições e treinamentos – precisam estar igualmente elevados se o barco estiver se preparando para operar eficazmente. Isto não é tão fácil de se alcançar.



Submarino de ataque nuclear – Royal Navy (SSN) "TRAFALGAR CLASS"

Não há tripulação de submarinistas no mar, hoje em dia, que tenha sido atacada por bombas de profundidade, não importa a coragem ou disciplina desta tripulação e qualificação do Comandante, quando eles estão engajados no primeiro combate, a adrenalina eleva a altos níveis comprometendo a performance a altos níveis e provocando freqüentes falhas. Esta é a verdade sobre qualquer grupo, porém a magnitude de uma falha a bordo de um submarino ganha propor-



ções bem maiores. Este acontecimento foi responsável por um grande número de dispensas de Comandantes da Marinha norte-americana um ano após a fraca performance em "Pearl harbour".

Alcançando a necessária competência e sofisticação em reduzidas Forças de Submarinos ou a países sem as tradicionais dificuldades marítimas, a existência de submarinos em um país, não retrata a existência de uma "Força de Submarinos". No entanto a guerra A/S não deve ser relegada – principalmente quando enfrentando submarinos diesel-elétricos.

Nada disto é novo; sucesso de operação de armas combinadas contra submarinos convencionais foram normais quando Força-Tarefa "ALFA" operou no Atlântico no fim da década de 60. Exercícios anti-submarinos em "RIMPAC" e relatados esforços nos anos 70 foram bastante felizes contra um misto de SSN e "diesel-boats". Submarinos convencionais soviéticos foram caçados até a exaustão nos anos 60 e 70. Porém o conhecimento e qualificação que adquiriram destes sucessos parece que desvaneceu na era do pós-guerra fria.

A atividade de qualificação do pessoal para a guerra A/S é intensa, um esforço conjunto que evolui quando a união dos membros é conduzida inteligentemente. Simulações trazem experimentos não tão viáveis de condução a bordo, mas elas não podem substituir pelo interesse do comando e/ou verdadeira experiência no mar. Conhecimento geográfico, limitações ambientais e apreciação significantes do tempo – nada em guerra A/S acontece rapidamente.

Não são lições aprendidas/assimiladas em salas ou em apostilas escritas. Eles tem ganho através de adestramentos – em qualquer Estado-Maior operativo que consideram a si mesmo de competência operativa em guerra A/S, em navios e aeronaves, reaprendendo após cada mudança de comando, da missão para liderar o grupo sonar, e em qualquer situação em que plataformas A/S operam.

Isto é a necessidade precípua. No mundo de hoje, o tempo e as oportunidades requeridas para desenvolver a

qualificação desejada não pode ser considerada até após o primeiro navio afundar durante um combate ou quando uma Força-Tarefa penetrar em águas contestadas.

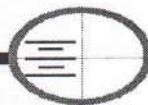
A Marinha dos EUA aparece para ser preparadora de pessoas que tem emprego sem qualquer habilidade para a prática desta atividade, uma solução para esta reconhecida ignorância seria limitar a inscrição, em qualquer papel na guerra A/S, a oficiais que tenham tido algumas centenas de horas de experiências em contato com um submarino opo-nente.

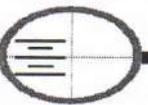
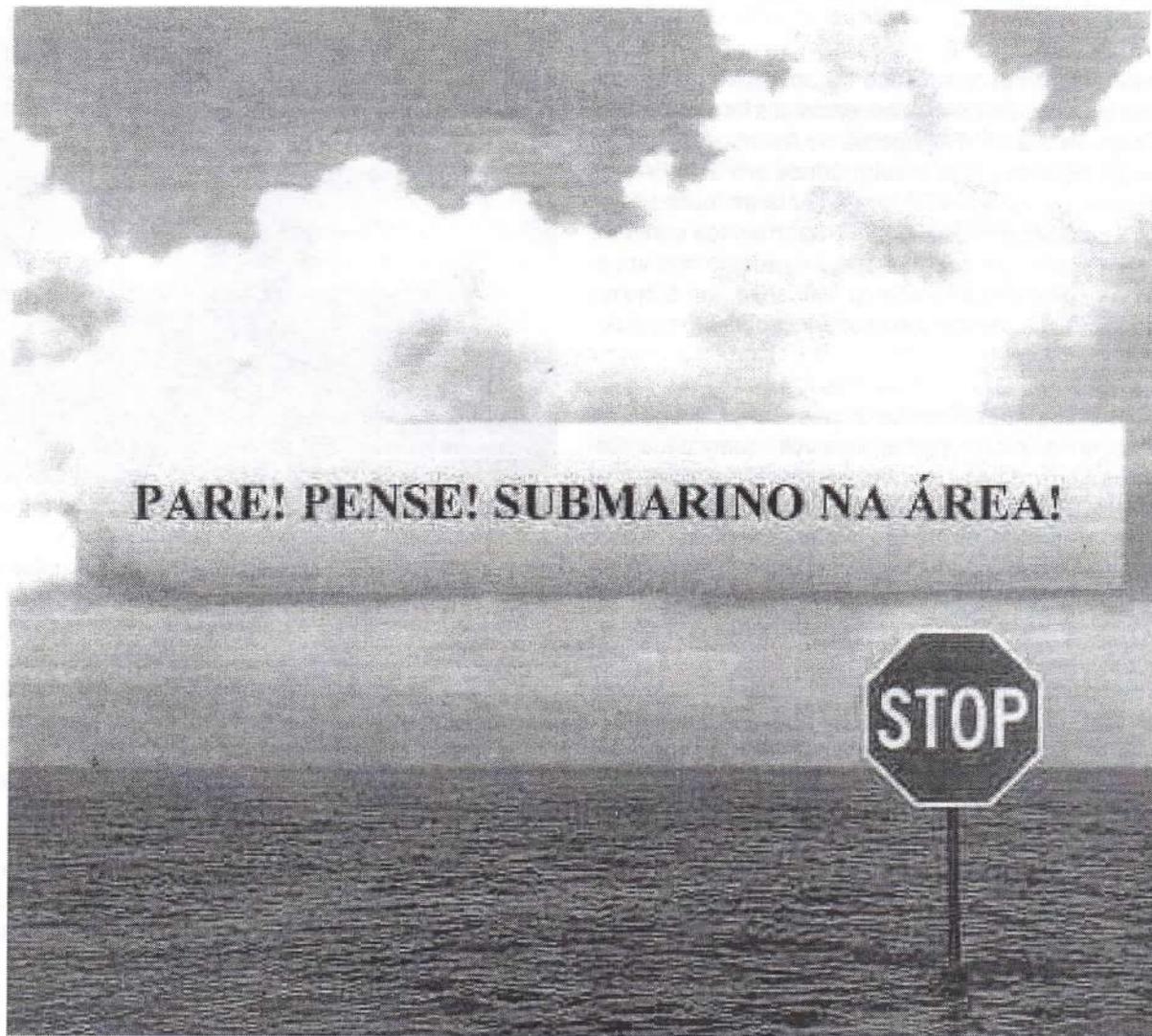
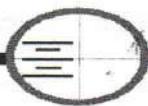


Submarino Nuclear Balístico – "USNAVY (SSBN) OHIO CLASS"

Talvez uma solução esteja na especialização. Circunstâncias não permitem que toda uma Esquadra se torne eficiente, mas a relação Comando-Controle para guerra A/S poderia ser mantida e as unidades selecionada – aérea, superfície, e submarina- exercitando conjuntamente a fundo por um mês ou então uma vez por ano. Então quando se precisar, estas Forças poderiam ser destacadas para a zona em conflito para clarear o caminho para unidades logísticas e/ou anfíbias.

Quando a guerra anti-submarina for assimilada e praticada, os submarinos convencionais não terão qualquer chance. O reverso do famoso aforismo de JOE LOUIS: "Ele pode se esconder, mas não pode correr".







PESQUISA E EXPLORAÇÃO ARQUEOLÓGICA SUBMARINA EM ÁGUAS SOB JURISDIÇÃO BRASILEIRA

Autor: CMG (RRm) Gilberto Huet de Bacellar Sobrinho

Embora não seja comum ocorrer na costa brasileira, tornou-se prática comum no Atlântico Norte, Mar Mediterrâneo e em águas do Sudeste Asiático, após a 2ª Guerra Mundial, a exploração das expressivas tonelagens de cargas de valor (estanho, cobre, etc.) de navios afundados por ações de submarinos, durante as duas Grandes Guerras.

O término da Guerra Fria acarretou que a tecnologia dos sonares de busca de alta resolução se tornasse menos restrita, propiciando o seu emprego a nível comercial. Com o emprego desses sonares, bem como de "remote operated vehicles" – ROV (veículos submarinos de controle remoto), mini submarinos e guindastes submarinos sofisticados, a pesquisa (localização) de cascos soçobrados e a exploração (remoção) de suas cargas de valor, antes restritas às águas rasas, estenderam-se às grandes profundidades (até 6.000 metros).

Com a tecnologia dos sonares de alta resolução de imagem, em especial os modernos sonares de busca de faixa lateral rebocados ("side scan sonar"), da análise acurada da imagem de um "alvo" de determinada varredura sonar, valendo-se de sucessivas ampliações de imagem, um operador experiente consegue distinguir um derelito feito pelo homem ("man made"), da geologia do leito do fundo do mar, além de obter uma aproximação de suas dimensões reais.

Assim, paralelamente às atividades oceânicas submarinas comerciais corriqueiras (prospecção de petróleo no mar, lançamentos de cabos submarinos, etc.), existem, na atualidade, empresas mobilizando pesados investimentos, de alto risco, os chamados investimentos a fundo perdido, e contando com pessoal altamente qualificado, dedicando-se especialmente à busca de derelitos e de cargas de cascos soçobrados, de elevado valor comercial, perdidos no leito do fundo do mar, a grandes profundidades. Este tipo de atividade estende-se, também, à exploração arqueológica submarina (de cascos soçobrados que remontam da época dos Fenícios ao período dos séculos XVI, XVII e XVIII), na medida em que haja motivação comercial.

A motivação comercial maior que dá margem a uma operação de pesquisa (busca) e exploração (resgate) arqueológica submarina a grande profundidade, está diretamente relacionada à possibilidade de resgate de carregamentos de ouro, prata, jóias ou pedras preciosas e a sua subsequente comercialização, com elevada margem de lucro. Outras fontes de motivações consistem na comercialização de filmes documentários, fotos, réplicas de peças de arte e na montagem de museus e de exposições itinerantes. Ou seja, a motivação arqueológica não se apresenta, por si só, como fator suficiente para atrair investidores privados para a atividade.

Por outro lado, uma operação arqueológica dessa envergadura, profissionalmente conduzida, não dá margens à "pirataria" ou mesmo à "subtração de peças", haja vista o complexo e detalhado processo tecnológico da atualidade, envolvido na exploração de um sítio arqueológico submarino. Visando preservar e, assim, valorizar a autenticidade dos achados, cada peça é minuciosamente fotografada e catalogada, quando não filmada, ainda no fundo do mar, no instante de sua retirada das areias, pelas garras articuladas de um ROV...

Países em desenvolvimento não têm como arcar com os pesados investimentos envolvidos em operações de pesquisa / exploração arqueológica submarina, sendo necessário incentivar-se empreendimentos de iniciativa do setor privado, cabendo ao Estado, nesse caso, a função de fiscal desses empreendimentos.

No caso do Brasil, identifica-se como de interesse o desenvolvimento de operações de pesquisa e exploração arqueológica submarina em águas sob jurisdição brasileira, em especial aquelas correspondentes aos naufrágios (algumas centenas) de navios de casco de madeira antigos ("shipwrecks"), ocorridos ao longo dos séculos XVI, XVII e XVIII, de modo a dotar nossos museus com objetos históricos navais, como forma de estímulo aos jovens pelas coisas do mar, pelo conhecimento de nossa rica história naval e de incentivo à maritimidade.



A legislação brasileira que trata do assunto – Lei no 7.540 de 26/SET/86 – que "*dispõe sobre a pesquisa e a exploração ... de bens afundados ... perdidos em águas sob jurisdição nacional ...*", não tem proporcionado incentivo à atividade.

Decorridos os anos, verifica-se que alguns aspectos da mencionada Lei apresentam-se, em verdade, muito rígidos. Desde a sua implantação, a prática demonstrá que ela não vem se apresentando como um instrumento adequado para o ordenamento da atividade, na medida em que alguns de seus artigos vieram por cercear a *pesquisa* e de *exploração* arqueológica submarina, em águas sob jurisdição brasileira.

Nos termos atuais, o Art. 20 da Lei 7.540/86 prevê que "*as coisas e os bens resgatados, de valor artístico, de interesse histórico ou arqueológico, permanecerão no domínio da União, não sendo passíveis de apropriação, adjudicação, doação, alienação direta ou através de licitação pública, e a eles não serão atribuídos valores para fins de fixação de pagamento a concessionário*".

Caberá a uma Comissão Interministerial, presidida pela Marinha – composta por três membros do Ministério da Marinha e três membros do Ministério da Cultura – definir o material resgatado de valor artístico, de interesse histórico ou arqueológico, que permanecerá sob o domínio da União (Sub-item 4.2 das Normas anexas à Portaria Interministerial no 69/89).

Verifica-se que tais dispositivos (de exclusão dos bens de valor artístico e de interesse histórico ou arqueológico) resultam por propiciar atos de pirataria em sítios eventualmente descobertos por particulares, bem como em limitar o interesse de empresas voltadas à pesquisa submarina com fim comercial, somente aos cascos cujos registros históricos mencionem cargas de valor expressivo (em prata ou ouro), excluindo-se de interesse todos os demais cascos soçobrados, por maior que seja o significativo histórico-cultural envolvido.

O Art. 21, Inciso IV, Parágrafo 2º, da Lei 7.540/86, menciona que todos os demais bens (desprovidos de valor artístico e de interesse histórico ou arqueológico) que venham a ser resgatados "*... serão alienados ... em licitação ... tendo preferência, preço por preço, o concessionário (investidor que promoveu as operações de busca), em primeiro lugar...*".

O processo de licitação em questão será aberto sempre que houver mais de um interessado na *exploração*, com o propósito de escolher-se o concessionário que melhores condições oferecer para a União. Os bens a serem resgata-

dos ficarão sob a guarda e responsabilidade do concessionário explorador, designado "Fiel Depositário de Bens da União", até a partilha dos mesmos. A Comissão Interministerial (prevista pela Portaria no 69/89) selecionará às peças de valor artístico e de interesse histórico ou arqueológico (inalienáveis), que permanecerão sob o domínio da União. A União deterá, ainda, pelo menos 20% dos bens passíveis de alienação (Item 0303 da **NORMAM-10**).

Assim, além de não ter qualquer direito sobre os bens de valor artístico, de interesse histórico ou arqueológico a serem resgatados, o concessionário que promover a pesquisa só terá a preferência sobre terceiros (que não participaram dos levantamentos históricos, das operações de busca no mar e, em especial, dos riscos de insucesso contidos no empreendimento) na licitação para a *exploração* do sítio arqueológico por ele descoberto, na condição de preço igual ou menor, tendo unicamente a seu favor (no caso de perda da licitação), a indenização dos custos despendidos durante a fase de *pesquisa*, a serem ressarcidos pelo concessionário vencedor da licitação, por ocasião da partilha dos bens. Existe, ainda, a dificuldade em estimar-se, antes de concluído o resgate, o valor dos "bens desprovidos de valor artístico e de interesse histórico ou arqueológico" a serem efetivamente resgatados, para efeito de atribuir-se valor para a licitação pública, prevista pela legislação.

Tais aspectos relativos à partilha dos bens, apresentam-se, também, como fatores desmotivantes para o desenvolvimento de empreendimentos pela iniciativa privada, sugerindo, s. m. j., que o direito sobre a *exploração* de um sítio arqueológico deva ser do pesquisador, autor da descoberta (independente de licitação), atribuindo-se a ele direito sobre a *exploração*, ou de transferência desse direito a terceiros. O processo licitatório para a *exploração* de um sítio arqueológico submarino seria mantido, apenas, para as descobertas sem autor definido, identificadas pela Autoridade Naval como de "domínio público".

Por oportuno, cabe fazer-se uma distinção entre as operações de *pesquisa* (busca) e as operações de *exploração* (remoção). A primeira, de busca, poderá ser realizada por empresa especializada, como mencionado anteriormente, extremamente complexa (quando em águas profundas), necessitando contar com o concurso de embarcações de porte, equipamentos sonar e detetor de metais sofisticados e ROV. Mas poderá ser montada, também, uma operação de busca mais simples (em águas rasas), por pessoa física, envolvendo nesse caso somente embarcação pequena, detetor portátil de metais e equipamento de mergulho autônomo. Já uma operação de *exploração* (remoção), nos moldes modernos da tecnologia de arqueologia submarina, necessariamente envolve recursos significativos, tais como: na vigilância contínua do sítio no mar, a partir de tornar-se



pública a sua localização pelo início da operação; na necessidade de mobilizar-se embarcação de porte no local, equipada com guindaste e equipamentos correlatos para a operação, com capacidade para abrigar o pessoal envolvido (operadores de equipamentos, arqueólogos para tratamento inicial e catalogação do material removido, Oficial fiscal da MB, fotógrafos, cinegrafistas, etc.); no transporte do material removido, com segurança, para terra; na preparação, em terra, de galpão apropriado para receber esse material, onde se dará o seu tratamento final e armazenamento; na segurança das instalações em terra; e, finalmente, nos gastos envolvidos na comercialização do material.

Um modelo que vem sendo internacionalmente empregado em empreendimentos de *pesquisa* (busca) e *exploração* (remoção) arqueológica submarina, tendo em vista a elevada margem de risco dos investidores e os vultosos recursos mobilizados, é o da *partilha seletiva*. Neste modelo, o estado fica com um número de peças, correspondente a um percentual menor (inferior a 50%) do valor do total dos achados e o explorador com o percentual maior restante, mantendo o estado a prerrogativa de escolha das suas peças. As peças de especial interesse histórico podem, assim, ser destinadas aos museus nacionais, enquanto aquelas de menor valor arqueológico ou peças duplicatas (moedas, barras de ouro), são destinadas aos exploradores, proporcionando-se aos financiadores do empreendimento elevada margem de lucro (quando bem sucedidos nas operações de busca) e incentivo à atividade.

Em face das dificuldades apresentadas pela Lei no 7.540/86, torna-se difícil consubstanciar-se iniciativas empresariais sérias, com embasamento técnico, voltadas à atividade. Perdem os investidores nacionais, dispostos a canalizarem investimentos de alto risco, a fundo perdido, na atividade. Perde o patrimônio histórico-cultural nacional, que não resgata as mais ricas páginas de sua história naval, escritas nas profundezas de nossos mares.

Assim é que, a par dos inúmeros indícios de cascos soçobrados antigos ao longo de nosso extenso litoral, as duas únicas autorizações concedidas pela Marinha, em vigor em MAR/99, somente para a condução de *pesquisa* arqueológica submarina no País, correspondiam: à da nau "Santa Rosa", concedida ao consórcio nacional CONPAS, em área no litoral de Pernambuco; e à da nau "Rainha dos Anjos", concedida à empresa nacional SALVANAV – *Pesquisas e Recuperações Submarinas Ltda.*, em área no interior da Baía de Guanabara. Ambas as empresas, no entanto, vêm promovendo esforços, há algum tempo, no sentido de alterar-se a legislação em vigor.

Dentre os grandes naufrágios da literatura do período das Grandes Navegações, ainda não encontrados, tem-se o registro do naufrágio da nau "Santa Rosa", ocorrido na costa brasileira, em 1726, ao largo do litoral de Pernambuco... A

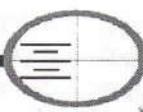
mencionada nau de guerra portuguesa iniciava sua travessia do Atlântico com destino à Lisboa, com um significativo carregamento de ouro a bordo, procedente do então Brasil-Colônia. Mencionam os registros que uma briga ocorrida a bordo, entre o Capitão-de-Mar (comandante do navio) e o Capitão-de-Guerra (comandante das tropas embarcadas), teria motivado este último, humilhado por ter sido publicamente derrotado, a vir a explodir o paiol de munição do navio, provocando o seu naufrágio em águas profundas (além da linha dos 50 metros). Em verdade, registros históricos mencionam que os destroços do "Santa Rosa" vieram a dar na praia.

Outro naufrágio ainda não encontrado, significativo por sua localização, corresponde à nau de guerra também portuguesa "Rainha dos Anjos", naufragada no interior da Baía de Guanabara em 17/JUN/1722, com peças e objetos de sua carga de elevado valor arqueológico (peças de vidro fabricadas na China, em oficina montada pelos jesuítas, existindo hoje pouquíssimas no mundo). Sabe-se, ainda, que transportava riquezas e especiarias trazidas da China, como era costume na época, e os bens pessoais de seus passageiros. Alguns desses passageiros eram especialmente ilustres, como o Legado do Papa e seu secretário, o embaixador da China junto à Portugal e, pelo menos, um mandarim. O "Rainha dos Anjos" fazia uma escala no Rio de Janeiro, como parte de sua travessia procedente de Macau, com destino à Lisboa. Encontrava-se fundeado no interior da Baía de Guanabara quando, possivelmente por um acidente casual (por descuido com uma vela acesa), incendiou-se. O fogo teria atingido o paiol de pólvora e o navio explodido e, a seguir, naufragado. Segundo os registros, o navio "... *incendiou-se, perdendo-se totalmente por não lhe acudirem, com receio da explosão dos 80 barris de pólvora e 40 caixas de granada que transportava ...*"

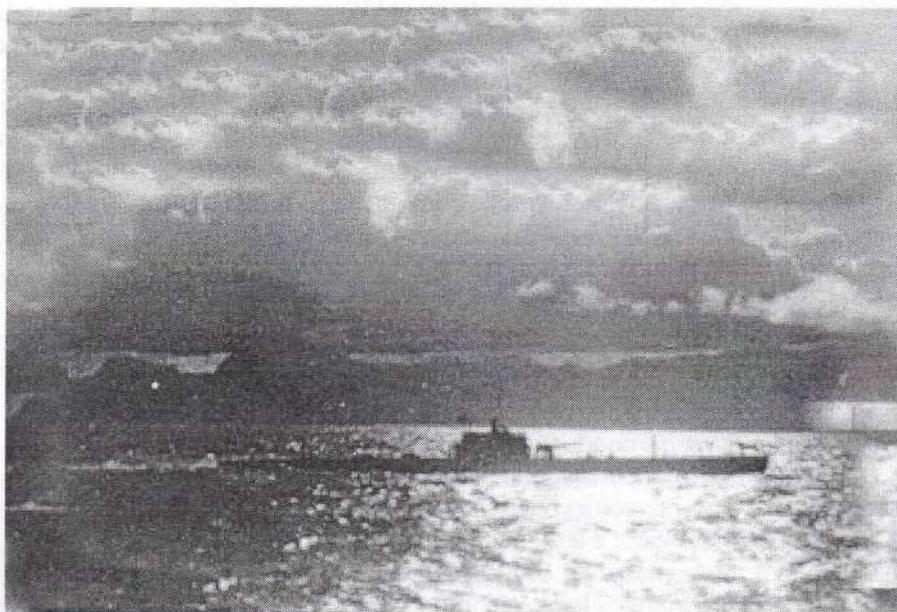
O litoral brasileiro é rico em naufrágios não explorados, alguns notórios em valor arqueológico / comercial e, por vezes, em águas nem tão profundas. Não há porque mantê-los ao abandono, corroendo-se nas profundezas, a título de preservação do patrimônio da União. Os indícios e registros históricos existem e os equipamentos de busca, hoje, estão disponíveis.

Nas proximidades das comemorações dos *Quinhentos Anos do Descobrimento do Brasil*, seria de todo o interesse a alteração, a curto prazo, dos aspectos ora mencionados da Lei no 7.540/86. Tais reformulações da Lei propiciariam a ocorrência de novas descobertas de "shipwrecks" em nossas águas, ainda no ano 2.000, com amparo legal e com toda a divulgação decorrente, característica em eventos dessa natureza. Teríamos, então, certamente, o início de inúmeras operações de "caça ao tesouro" ...

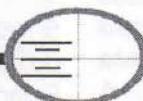
(O autor participou da operação de busca da nau "Santa Rosa" promovida pelo consórcio nacional CONPAS, a bordo do navio "Jean Charcot", conduzida ao largo do litoral do Estado de Pernambuco, no período de 21 a 29/OUT/96).



S. HUMAITA – Classe Fleet Type



S. BAHIA – Classe Fleet Type





UM RESGATE EM ALTO MAR

C Alte (RRm) Oscar Moreira da Silva

Foi na tarde de cinco de fevereiro de 1979, num dia chuvoso, de baixa visibilidade, ondas de 2 a 3 metros, mar desconstrado, que o NSS GASTÃO MOUTINHO, navio de Salvamento da Força de Submarinos, deixou a área a 20 milhas náuticas ao sul da Ilha Rasa, após realizar exercícios com submarino. Demandávamos a cidade de Arraial do Cabo, na velocidade de cruzeiro, para, no dia seguinte, executarmos um trabalho na raia acústica da Marinha.

Já estávamos próximo ao pôr do sol, restando ainda alguma luminosidade. Navio no rumo adequado e as ordens passadas ao Oficial de Serviço no passadiço, decidi descer e me recolher à câmara para uma descansadinha até a hora da entrada no porto. Estava um tanto exausto, pois passara todo o dia no passadiço.

Deitei-me no beliche, mas não conseguia dormir, nem relaxar. O jogo inconveniente do navio contribuía para isso. Algo me incomodava e me fez levantar. Resolvi voltar ao passadiço.

Ao chegar lá, como de costume, fiz uma varredura visual do horizonte, onde constatei que a visibilidade tinha caído bastante e não era, naquele momento, maior que 500 jardas.

Fui ao radar e na primeira varredura do cursor pipocou um eco, à curta distância, pela bochecha de bombordo. Em seguida desvaneceu. Intrigado e curioso, determinei, incontinenti, ao Oficial de Quarto que guinasse o navio 45 graus para bombordo em direção àquele suposto contato.

Naquele trecho em que navegávamos não era esperado qualquer tipo de embarcação. Estávamos cerca de 12 milhas a S-SW do farol de Cabo Frio. As rotas, ou eram paralelas e junto a costa - de/para o Rio de Janeiro -, ou nas direções NE-SW para os portos mais ao sul. Barcos pesqueiro, nem pensar, só junto a costa.

Não demorou muito, apareceu no meio daquela certidão, quase pela nossa proa, um pequeno bote, branco e

vermelho, com cerca de 12 pés, onde se via, em pé, um homem acenando desesperadamente, um outro sentado e um terceiro prostrado. O quadro indicava serem três pescadores perdidos no mar a mercê da sorte.



NSS Gastão Moutinho (K-10)

Determinei que se dessem vários apitos com o intuito de tranquilizá-los, indicando que os tínhamos visto, e que tivessem paciência de esperar mais um pouco, pois iríamos



salvá-los. Aproximei o NSS GASTÃO MOUTINHO, resgatamos os naufragos, recolhemos o barco – de nome CARRANCA, ajustamos o rumo novamente para Arraial do Cabo, restabelecemos a velocidade de cruzeiro e seguimos em frente. Escureceu logo em seguida. Os pescadores foram alimentados com comida quente e suculenta, trocaram suas roupas sujas e molhadas por sêcas e doadas pela guarnição.

O Imediato, responsável pela faina, subiu em seguida ao passadiço, trazendo junto um dos pescadores, conhecido como Betão – Roberto, aquele que acenava desesperadamente. Os outros dois, muito cansados, ficaram deitados nos beliches cobertos abaixo se restabelecendo.

Bastante emocionado e demonstrando gratidão o tempo todo, o pescador nos relatou como foram parar ali num bote tão pequeno:

— Saímos de Arraial do Cabo na tarde de anteontem, eu, Brito (Ailton da Silva Barreto) e Claudio, para pescar lulas no focinho do Cabo – ponta sul da Ilha de Cabo Frio. Ontem, lá pelas cinco horas da madrugada, quando já estávamos com o barco abarrotado de pescado, Carlos largou o cabo que amarrava o bote a pedra, tentamos dar partida no frágil motor diesel de dois tempos, mas o motor não pegou. Largamos a âncora, cujo comprimento de cabo não era suficiente para atingir o fundo. Tentamos desesperadamente fazer o motor pegar, enquanto rolávamos ao sabor da corrente em direção ao sul. Nascia o dia, o tempo fechado, perdemos contacto com terra. O mar piorou. Em face de ser um barco de borda baixa aliado ao peso do pescado, tivemos que alijar ao mar todo o produto da pesca- cerca de 600 quilos de lulas e 80 quilos de enxovas –, sob pena de naufragar. Em períodos de fome, sede e frio, misturando-se com os de esperança, desespero e desânimo, passamos todo o dia de ontem. À noite, de cansaço, dormimos com o jôgo do mar. Hoje rezamos muito, expiamos nossos pecados, falamos emocionados de nossas famílias, prometemos muitas coisas se saíssemos vivo desta. Pensamos e comentamos algumas vezes sobre a morte. Foi uma eternidade. O Claudio, hoje pela manhã, começou a delirar, falando o tempo todo em suicídio. Teve que ser contido várias vezes para não se jogar nagua. Por fim, prostrou-se, desanimado, no fundo do bote. Eu mesmo coloquei uma faca ao meu lado e disse que de afogamento não iria morrer. O Brito tentava administrar aquele caos. Para saciar a sede, bebemos água da chuva que conseguimos coletar num cadinho. Fome? Só viemos a matá-la aqui a bordo deste santo navio. O desespero e o pânico atingiram o seu auge há poucas horas atrás, quando um petroleiro de casco verde da Fronape passou direto, cerca de uma milha, sem nos avistar.

Feito o relato, o pescador desceu para as cobertas para descansar.



NSS Gastão Moutinho

Imediatamente comunicamos o fato a Agência da Capitania em Cabo Frio quando soubemos que helicópteros da Marinha – Base Aeronaval de São Pedro D'Aldeia – estiveram, sem êxito, sobrevoando as imediações da ilha a procura do barco, e que já tinham abandonado as buscas em face do mau tempo.

Concluí, que se aqueles homens não fossem resgatados até aquela tarde, dificilmente teriam sobrevivido. A esperança e a fé venceram, felizmente, o desespero, o desânimo e a morte. Não é possível que o acaso e as coincidências sejam os responsáveis pelo resgate destes pescadores. Alguma coisa nos impeliu a este encontro salvador.

Ao contornarmos a ilha de Cabo Frio, aprofundando ao molhe do porto, nos deparamos com um sem número de pontos de luz na praia de Arraial do Cabo. Em seguida, vieram algumas embarcações em nossa direção. Mal fundeamos, um dos barcos pesqueiros atracou a nosso contra-bordo, recolheu os pescadores, e em seguida, largou de



volta ao porto. Outro barco atracou a nosso contra-bordo, convidando-nos a ir até a cidade, onde quase toda a população se encontrava na praia, com velas, tochas e até lanternas acesas, aguardando nossa chegada.



Faina de resgate

Ao desembarcarmos da traineira, fui, constrangido, carregado por populares como numa procissão. Só me deixaram descer dos ombros em frente a casa dos pais do Betão, que se encontravam de cama desde o dia do sumiço do filho. Ao entrar na casa, eles se levantaram, ajoelharam-

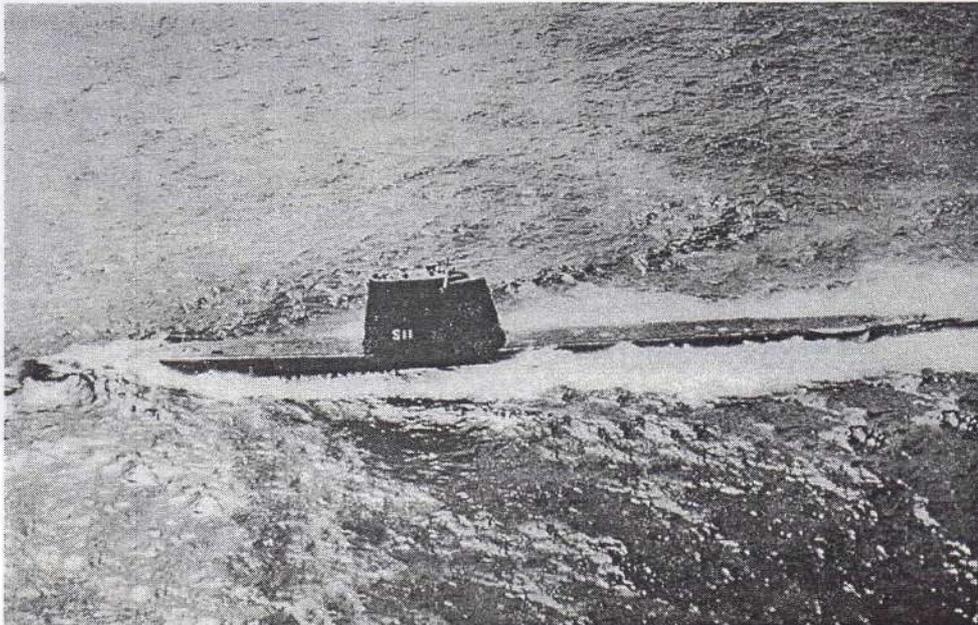
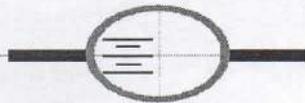
se aos meus pés e agradeceram penhoradamente a boa ação que tinha praticado. Eu cada vez mais embaraçado, mas entendendo o clima que se instalou naquela vila, não podia menosprezar a homenagem daquelas pessoas. Passei a ser um rei naquela cidade e minha tripulação prestigiada como nunca. A Nossa Marinha, então, era enaltecida a cada instante.

Passado tudo isso, no dia seguinte, voltamos a rotina normal de bordo, atracamos ao cais para receber o material do Instituto de Pesquisa da Marinha para o trabalho a ser executado.

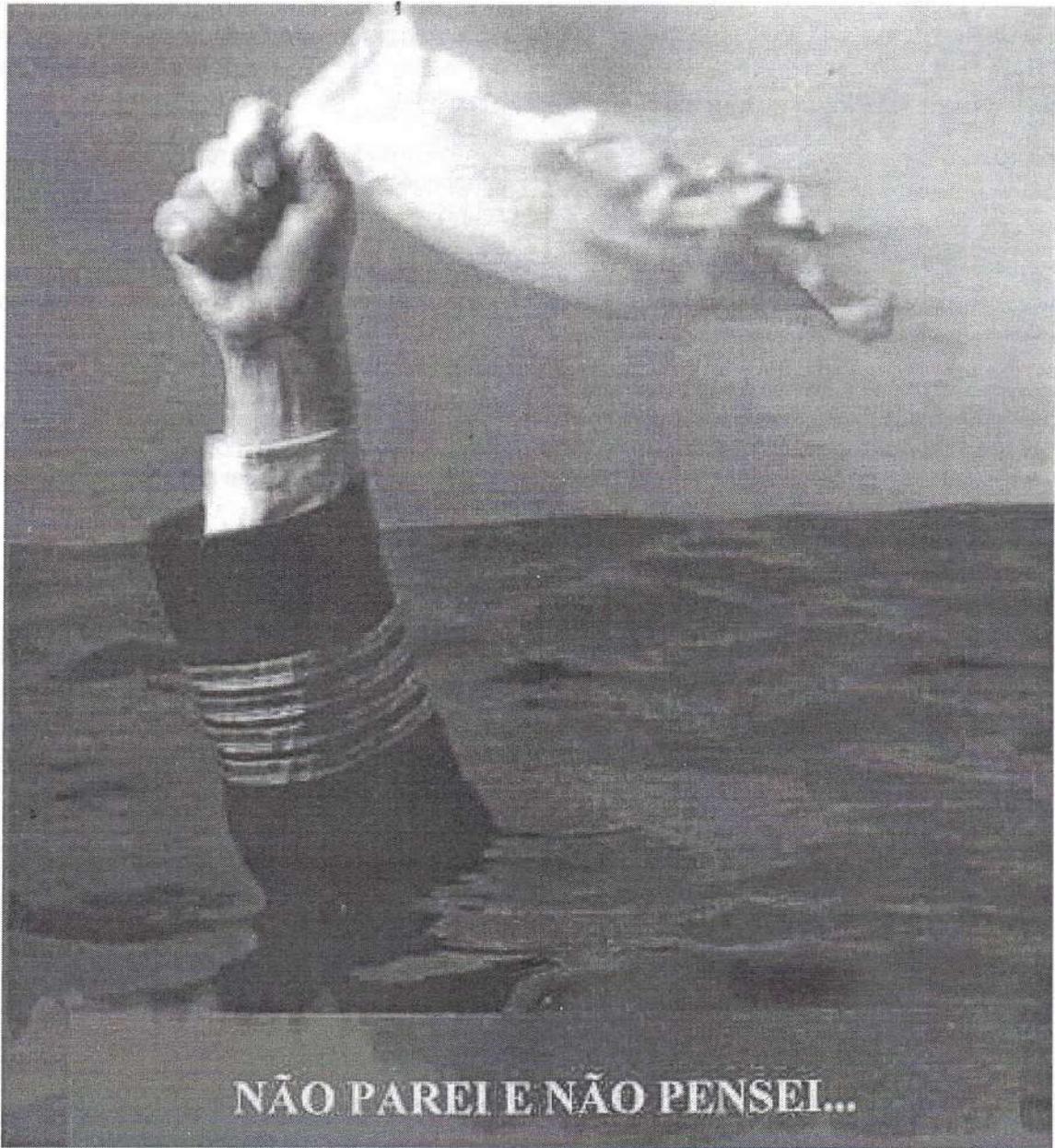
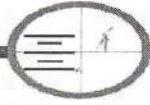
Em dado momento, recebi a visita do Claudio – o pescador que delirava – acompanhado da esposa grávida, trazendo-me, de presente, um bonito badejo de cinco quilos.

Falou-me do seu futuro. Disse que dentro de três meses sua mulher daria a luz e perguntou se fosse menino poderia colocar o meu nome. Senti-me envaidecido com reverência e respondi que me honraria muito com isso.

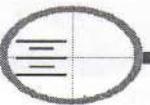
Os três pescadores, Betão, Brito e Claudio continuam pescadores e ainda moram no mesmo lugar em Arraial do Cabo, sendo que Oscar Artur é o primogênito do pescador Claudio.



S. Rio Grande do Sul (S-11) - Classe Guppy II



NÃO PAREI E NÃO PENSEI...





DETONAÇÕES SUBMARINAS OS EFEITOS DO MOVIMENTO VIBRATÓRIO

CF(RRm) Teotônio Chagas Toscano de Brito

“As paredes da igreja estão apresentando rachaduras...”

“Haverá problemas para os equipamentos eletrônicos do GRET?”

INTRODUÇÃO

São duas frases verídicas, ditas em diferentes épocas, por ocasião das demolições do CS Pandelle, na raia de desmagnetização na Ilha de Itaparica-BA, e do antigo cais da Base Alte. Castro e Silva (BACS), que servirão para balizar o presente artigo acerca de vibrações transmitidas pela água e pelo solo.

Inicialmente faremos uma pequena digressão acerca da reação explosiva no ar e na água.

A quase instantânea transformação de uma substância explosiva, sólida ou líquida, em igual volume de gases a altíssima pressão e temperatura, praticamente independe do meio circundante, significando dizer que 1 (um) pé cúbico de explosivo produzirá 1 pé cúbico de gases, seja fora ou dentro da água, com a mesma pressão.

Quando de uma explosão no ar, o que se observa é um primeiro impacto dos gases, produzindo uma onda de pressão que se propaga com uma velocidade supersônica em todas as direções. Esta onda rapidamente transforma-se em uma onda de choque com amplitude decrescente com a distância. A alta pressão desenvolvida dissipa-se rapidamente na atmosfera.

Na detonação submarina o processo é similar exceto pelo fato da onda não se transformar em onda de choque. A partir daí a energia potencial dos gases se transforma em energia cinética “empurrando” a água. Este ciclo de expansões e contrações alternados da bolha de gases ocorre até

que haja comunicação com a atmosfera. Cada expansão, limitada pela pressão hidrostática, provoca uma onda nova e este fenômeno é chamado *“bubble pulse”*.

Secundariamente ainda observamos o efeito da pressão da água sobre os objetos quando esta é deslocada pelos gases.

O PROBLEMA

As vibrações produzidas pelas detonações submarinas podem acarretar danos a construções e instalações nos arredores, quer sejam detonações confinadas em furos ou detonações livres na água. O movimento ondulatório se propagando através de qualquer meio (água, pedra...) induz movimentos em todas as direções em uma partícula desse meio.

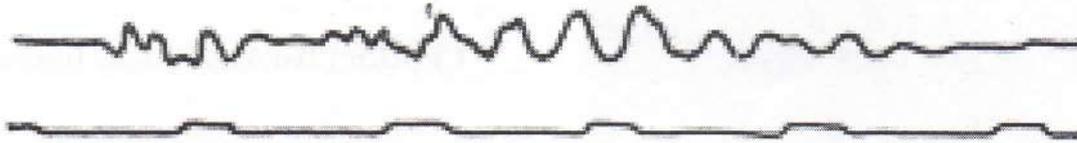
Podemos registrar os movimentos dessa partícula, em três planos, através aparelhos denominados sismógrafos, apresentando as ondas longitudinais, transversais e verticais. Um bom exemplo prático obtém-se observando o movimento de uma garrafa flutuando na superfície da água, recebendo as ondas provenientes de uma pedra jogada na mesma área. Notemos que a garrafa terá apenas movimento vertical; que as ondas produzidas pelo impacto navegam à mesma velocidade; que quanto maior a pedra, maior o tempo para as águas voltarem ao estado original; e que as ondas decrescem com o tempo.

Nos registros sismográficos obteremos, então, valores de comprimento de onda, amplitude, frequência, velocidade de partícula e aceleração. Esses dados são os que se correlacionam com os danos causados pela vibração.

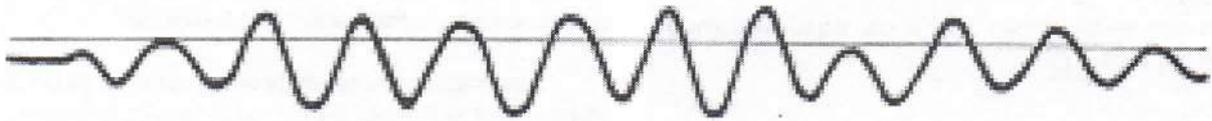
Nos dias de hoje, é a velocidade de partícula (V_p) o parâmetro mais usado mundialmente, e cujo limite varia de país para país de acordo com as normas técnicas.



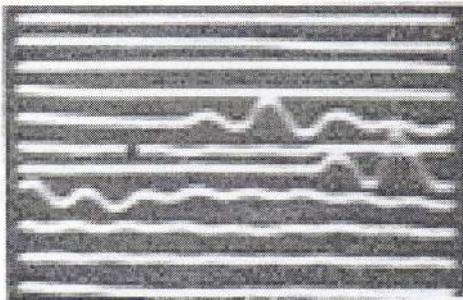
QUADRO DE REGISTRO DE UM SISMÓGRAFO



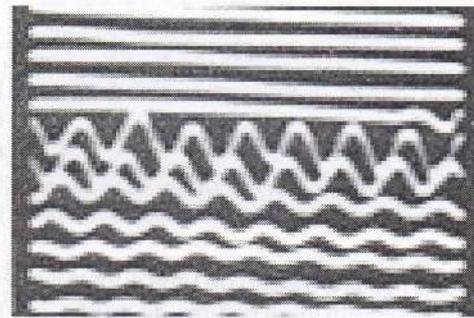
(a)



(b)

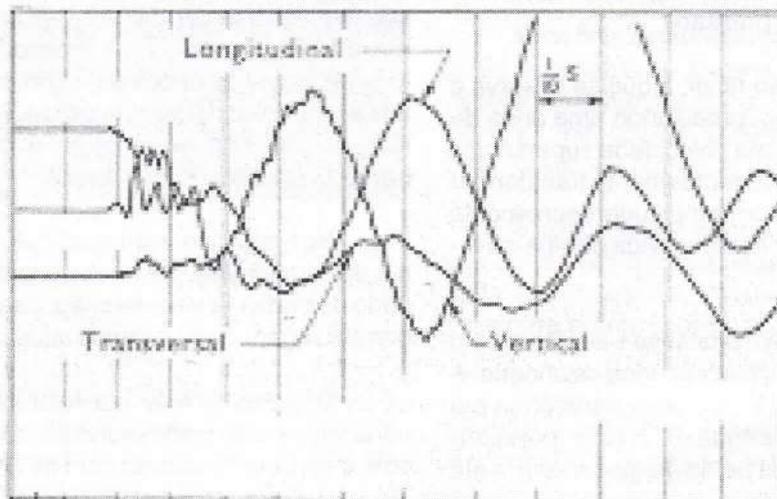


(c)



(d)

Imagem no osciloscópio



A 270 pés do fogo a vibração continuou durante 10 segundos

Nos EEUU, mais precisamente em New Jersey, a V_p limite é de 1,29 pol./seg; na Suécia, 100 mm/seg para alvenaria e 225 mm/seg para concreto reforçado; no Canadá observamos 75 mm/seg para alvenaria.

No Brasil costuma-se usar o critério de Langefors através a seguinte fórmula: $Q = R^{3/2} \times k$ onde $Q \Rightarrow$ carga explosiva $R \Rightarrow$ distancia do fogo ao objeto.

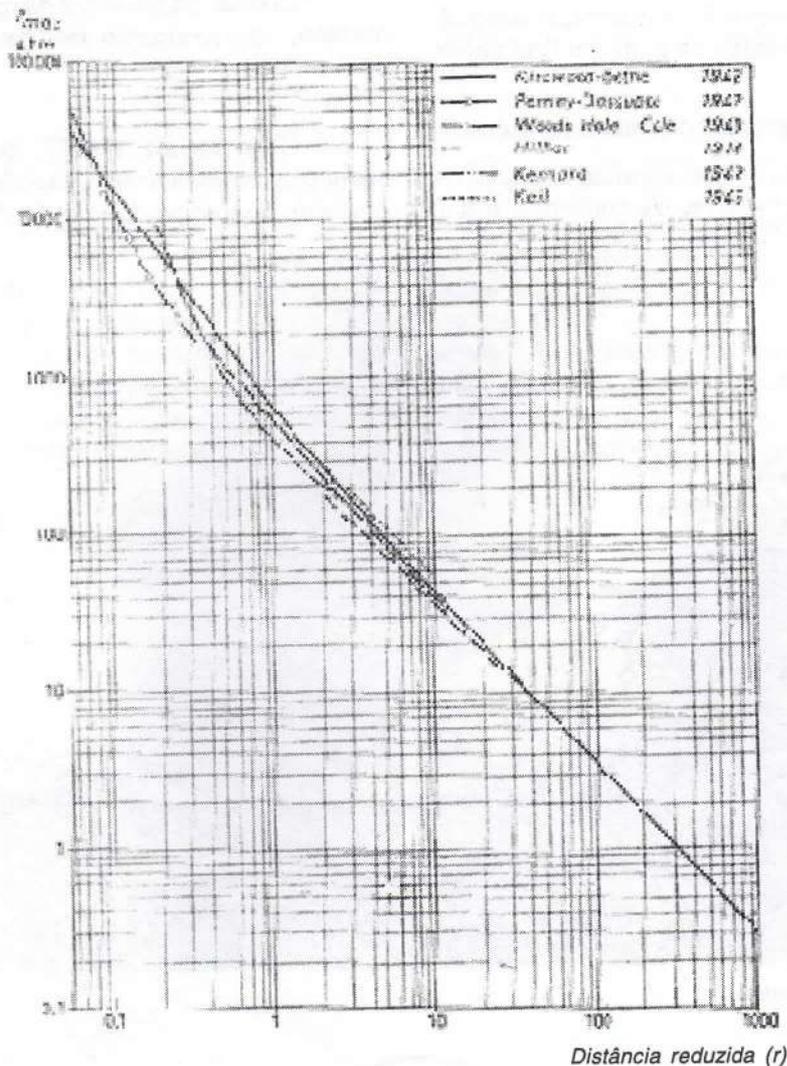
	k	V_p
ALVENARIA \Rightarrow	0,020	70 mm/seg
CONCRETO \Rightarrow	0,060	100 mm/seg

A título de curiosidade, convém lembrar que se pudermos conhecer a "constante da rocha" ou seja, o fator de transmissão ou amortecimento, podemos usar tabelas pré-estudadas de carga x distância.

CASOS ESPECÍFICOS

Um ponto muito importante diz respeito às baixas frequências, sobretudo em solos úmidos e fofos, as quais se aproximam da frequência natural das edificações e podem provocar ressonância. Devem ser estudadas com muito cuidado e são mais facilmente sentidas pelo ser humano.

Particularmente nas regiões portuárias onde encontramos instalações de fornecimento de água, óleo, ar comprimido e portas-batel, o gráfico abaixo nos fornece a pressão máxima que a onda produz em função da carga explosiva livre e da distância. Para efeitos de entrada no gráfico este parâmetro é obtido através a fórmula $r = R / Q^{1/3}$ e leva o nome de distância reduzida.



Pressão Máxima obtida com fogo de Q Kg de explosivo a uma distância R geométrica ($R = r \cdot Q^{1/3}$)



Seu uso torna-se importante para estabelecer limites de carga em função da resistência das instalações, salientando-se que no caso de detonações confinadas em furo na rocha, a pressão tem uma redução de 80% em relação à carga livre.

COMO REDUZIR OS EFEITOS DO MOVIMENTO VIBRATÓRIO

A duração da onda é muito pequena. Seu valor máximo de pressão cai pela metade em fração de milissegundo. Quer dizer: cargas separadas por intervalos de detonação entre 12 e 50 milissegundos não tem seus efeitos somados. Este é o grande segredo das derrocagens submarinas quando, utilizando este artifício, podemos detonar grandes quantidades de explosivo, mantendo a velocidade de partícula dentro dos limites. São os seguintes os pontos a serem observados:

A) Calcular a carga máxima por detonação e regulá-la de modo a manter a Velocidade de partícula (V_p) dentro dos limites.

B) Utilizar a sismografia periodicamente para ajustes.

C) Como visto acima, devido a grande diferença de pressões originadas na detonação livre e confinada, evitar,

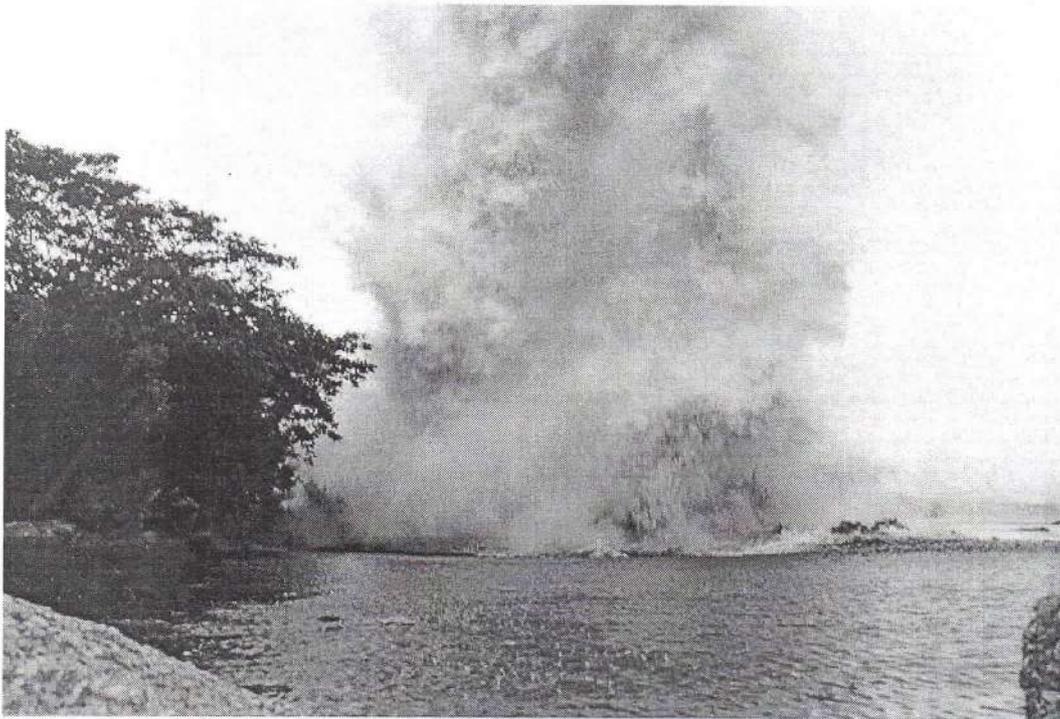
quando possível, as cargas livres, sobretudo perto das estruturas (1kg de carga confinada pode corresponder a 150 kg livres).

D) Reduzir a pressão pela utilização de uma cortina de bolhas de ar. Deste modo, quando a onda de pressão encontra as bolhas de ar, é parcialmente absorvida e novas ondas de menor amplitude são emitidas. Pode-se conseguir uma redução substancial de pressão com este método para detonações livres ou cargas confinadas em furo quando a freqüência das estruturas for superior a 100 c/s.

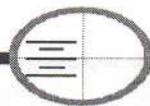
E) Reduzir o Impulso Vibratório pelo confinamento da carga (quando detonando rochas), sequenciando as detonações de modo a não haver cooperação de impulsos e iniciando a detonação pelas cargas mais próximas das estruturas.

“Quanto as paredes da igreja, era “golpe” já que instalado o sismógrafo, não havia vibração compatível com o dano”

“Quanto ao GRET, todos os dados dos sismogramas indicavam vibrações dentro dos limites não havendo dano a equipamentos”.



Detonação Submarina





DELINEAMENTO DE UMA DOCTRINA DE SEGURANÇA INTEGRAL PARA SUBMARINOS NUCLEARES NO BRASIL

CF (EN) Leonam dos Santos Guimarães

Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP)

Av. Professor Lineu Prestes 2242

Cidade Universitária, São Paulo, SP, Brasil

RESUMO

Para que a Marinha do Brasil venha a ser dotada de unidades navais a propulsão nuclear no próximo século, torna-se necessário definir uma doutrina específica em matéria de segurança, reconhecendo que ela é parte integrante do projeto, construção e operação destes navios. No caso de um navio a propulsão nuclear, a segurança do reator, e portanto a segurança da tripulação, do público e do meio-ambiente, dependem da segurança do próprio navio. A segurança no mar repousa sobre a capacidade do navio navegar e resistir às condições tático-operativas e ambientais dentro das quais ele pode ser compelido a operar. O presente trabalho examina a questão da segurança dos navios convencionais assim como sua incidência sobre a proteção e segurança do reator. São igualmente analisadas as noções de segurança do reator e procedida uma síntese destas duas abordagens, de modo a delinear as linhas básicas de pensamento para o estabelecimento formal de uma doutrina específica para aplicação à segurança dos navios nucleares, suas tripulações, o público próximo e o meio-ambiente.

Keywords: SEGURANÇA - PROPULSÃO - SUBMARINO

I. INTRODUÇÃO

É de conhecimento público que a Marinha do Brasil vem implementando desde a década de 80 um Programa de Desenvolvimento de Capacitação Tecnológica em Propulsão Nuclear voltado basicamente para aplicação em submarinos de ataque [1].

Para que o Programa de Desenvolvimento de Capacitação Tecnológica em Propulsão Nuclear seja coroado de êxito, torna-se necessário que a Marinha do Brasil demonstre e garanta o atendimento dos atributos de eficiência militar e de segurança nuclear do Submarino Nuclear de Ataque (SNA) nacional ao longo de seu processo de obtenção, antes de submetê-lo aos riscos externos específicos ao ambiente marítimo e aos riscos operativos associados ao caráter militar de seu emprego [2]. Esta necessidade decorre de um imperativo associado à capacitação na obtenção e utilização da energia nuclear e visa minimizar os eventuais riscos tecnológicos, políticos, sociais e financeiros que poderiam acarretar um eventual insucesso futuro na operação desses navios.

O reconhecimento do navio nuclear como um sistema único, incorporando os problemas de segurança e as

técnicas tanto da indústria naval como da indústria nuclear, constitui-se então uma necessidade premente, de modo a viabilizar a energia nuclear como um meio de propulsão naval. Reconhecer o navio nuclear como resultado da combinação de "culturas" de dois grandes ramos da engenharia, implica na necessidade de uma doutrina de segurança que aborde o navio e a instalação nuclear como um sistema, combinando e sintetizando todos os aspectos relevantes tanto para os navios militares como para as usinas nucleoeleétricas estacionárias [3-4].

O não reconhecimento do navio nuclear como um sistema específico conduz à aplicação de regras e regulamentações de segurança definidas para navios convencionais, sobrepostas (e eventualmente em conflito) a regras e regulamentações desenvolvidas para centrais nucleoeleétricas de potência. Uma tal abordagem, evidentemente, não conduz a uma otimização do projeto e da operação do navio, nem do ponto de vista da segurança nem do ponto de vista funcional [5].

II. SEGURANÇA NAVAL

A abordagem tradicional da Segurança Marítima tem sido prevenir morte, injúria pessoal, e perdas e danos à pro-



priedade. São reconhecidos três princípios básicos para o cumprimento desta doutrina:

- a) minimizar as possibilidades de ocorrência de acidentes;
- b) minimizar as conseqüências de um acidente e as possibilidades de perda do navio; e
- c) maximizar as possibilidades de sobrevivência, socorro e resgate da tripulação em caso de perda ou abandono do navio.

Historicamente, a ênfase tem sido colocada sobre o próprio navio como meio de atingir o objetivo de segurança da vida humana no mar. Mais recentemente, a mesma abordagem tem sido aplicada para a proteção do meio ambiente, ou seja, proteger o navio de falhas catastróficas sob condições acidentais implica em proteger também o meio-ambiente.

Esta doutrina é implementada pela combinação de diversas ações exercidas ao longo de toda a vida útil do navio, desde sua concepção até seu descomissionamento. Estas ações incluem o desenvolvimento de normas e regulamentos legais, revisão e aprovação do projeto, inspeção e reinspeção para certificação, requisitos mínimos de tripulação, e licenciamento de operadores.

Observa-se que, apesar de ao longo dos últimos 150 anos a necessidade de normas regulamentadoras da Segurança Marítima ter sido crescentemente reconhecida, a segurança propriamente dita tem sido derivada de uma abordagem "após os fatos", ou seja, através de um procedimento de "reação ao desastre" do tipo ACIDENTE ⇒ INVESTIGAÇÃO ⇒ CORREÇÃO. Neste processo, as atividades de correção, na grande maioria das vezes, têm reforçado a sobrevivência do navio como meio primordial de proteção da vida humana no mar.

Felizmente tem sido observada uma notável mudança de ênfase na regulamentação da Segurança Marítima, que cada vez mais vem adotando uma abordagem racional, baseada na disciplina de Segurança de Funcionamento de Sistemas (*Reliability, Availability, Maintainability and Safety RAMS*), utilizando-se dos seus métodos mais avançados para acompanhar os avanços da inovação tecnológica no setor naval. Apesar destes métodos não serem ainda universalmente adotados nas aplicações navais, nota-se a influência da abordagem de segurança no desenvolvimento relativamente recente dos códigos da International Maritime Organization (IMO) aplicáveis a navios para transporte de gás, navios para transporte de produtos químicos, navios petroleiros e navios baseados em efeitos de suportaçoão dinâmica. A análise de segurança de sistemas foi também utilizada para a revisão da Convenção Internacional para a

Segurança da Vida Humana no Mar (Safety-Of-Life-At-Seas: SOLAS), particularmente naqueles capítulos relacionados com a proteção contra incêndios e aplicações de salvatagem de pessoal embarcado.

Considerando os aspectos operacionais da segurança dos navios, a mesma tradição histórica de "navio em primeiro lugar" geralmente permanece verdadeira. Devido ao alto valor de um grande navio e de sua carga útil, é normal que o comandante tome todas as decisões necessárias para assegurar sua sobrevivência., incluindo forçar a operação de sua instalação de máquinas até os limites de sua resistência, e até mesmo encalhar voluntariamente o navio antes que ele afunde, de modo a facilitar o socorro à tripulação e o salvamento do navio e de sua carga.

Em resumo, pode-se concluir que tanto tradicionalmente como em termos dos novos métodos de Segurança de Funcionamento de Sistemas aplicados à melhoria da segurança dos navios, a própria sobrevivência do navio é a principal preocupação, o que resulta na segurança da tripulação, do público e do meio-ambiente.



III. SEGURANÇA NUCLEAR

A segurança de instalações nucleares pode ser vista como similar: seu objetivo fundamental é proteger o público e os trabalhadores das conseqüências de liberações de produtos radioativos decorrentes de sua operação normal e de acidentes.

Este objetivo é atingido mantendo-se intactas as barreiras físicas entre o público e o combustível nuclear por:

- a) planejamento e execução sistemática de atividades de projeto, construção e operação que minimizem a possibilidade de ocorrência de acidentes, incluindo requisitos operacionais que garantam a operação da instalação dentro dos limites de projeto especificados; e



e) anormal, no qual o navio somente operará involuntariamente (avaria, agressão externa, erro humano), sendo o objetivo retornar a uma condição segura; e

f) acidental, para o qual não se preconiza uma operação propriamente do navio, sendo o objetivo nesta situação a execução de procedimentos de salvaguarda ou de emergência para limitar as conseqüências do acidente.

Colocada de uma maneira extremamente simples, a doutrina de segurança dos navios nucleares pode então ser definida como:

O navio deve ser projetado, construído e operado de forma a ser dotado de características intrínsecas e de meios complementares suficientes para garantir que, na presença das três categorias de riscos:

a) a possibilidade da operação normal do navio evoluir para o domínio anormal seja extremamente reduzida;

b) a partir de uma condição de operação anormal, o navio possa retornar o mais rápido possível a uma condição segura;

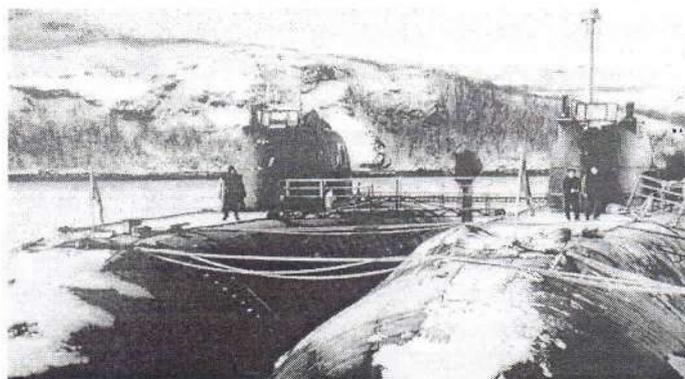
c) na ocorrência de acidentes, a máxima prioridade deve ser dada à proteção da vida humana; isto requer que as conseqüências dos acidentes para o próprio navio sejam minimizadas, de modo a proteger sua tripulação, o público e o meio-ambiente, de danos decorrentes da liberação incontrolada de materiais radioativos.

Esta doutrina estabelece que o navio, não somente o reator, deve ser projetado, construído e operado de forma a não ocorrerem liberações incontroladas de materiais radioativos. Isto implica em que o navio é de importância primária e que a sobrevivência do navio é em si mesmo o fator mais importante para a segurança do reator e para contenção e confinamento de materiais radioativos. Conseqüentemente, em determinadas situações específicas, pode ser necessário continuar operando a instalação propulsora, mesmo que isto possa implicar em algum dano ao reator, evitando-se assim um perigo maior e, portanto, garantindo-se a segurança global do navio.

Esta necessidade deriva do fato incontestável de ser um navio governável, ainda que com um reator tendo sofrido alguns danos, ser intrinsecamente mais seguro do que um reator desligado sem dano em uma situação descontrolado, tais como um navio à deriva em mar grosso, sem propulsão (por ter sido o reator desligado para evitar danos), encalhado ou afundado. Isto não quer dizer, sob nenhuma hipótese, que a segurança do reator deva deixar de ser considerada importante nem que não deva ser analisada detalhadamente, ou que não existam situações nas quais a segurança do reator preceda a segurança do navio. Obviamente, um navio em situações extremas, encalhado ou mesmo afundado, com um reator desligado em estado seguro é uma situação

mais favorável em termos de exposições e liberação de produtos radioativos do que um navio nas mesmas condições com o circuito primário rompido ou algo pior. Se o funcionamento do reator além das condições normais previstas em suas especificações técnicas não garantir o salvamento do navio, e portanto também do próprio reator, então o reator deve ser desligado.

Para a maioria dos engenheiros navais e operadores de navios, esta doutrina é óbvia. Deve-se entretanto reconhecer que nem todos os profissionais que lidam com projeto, construção, operação e regulamentação de navios nucleares percebem as diferenças desta doutrina com respeito à doutrina aplicável às instalações nucleares estacionárias.



V. APLICAÇÃO DA DOCTRINA

Estabelecida uma doutrina que maximiza a segurança da tripulação, do público e do ambiente, reconhecendo a capacidade de sobrevivência do navio como a preocupação primária de segurança, torna-se necessário estabelecer uma metodologia geral e desenvolver ou adaptar métodos e modelos requeridos para a aplicação desta doutrina ao projeto, construção e operação dos navios nucleares.

Para atingir estes objetivos, torna-se necessário apoiar-se na abordagem RAMS, que enfatiza o desenvolvimento de um programa de análise preditiva de segurança, que pode ser sintetizada pelo trinômio IDENTIFICAÇÃO ⇔ ANÁLISE ⇔ CONTROLE.

Tal programa deve necessariamente estabelecer e manter uma abordagem disciplinada para identificar metodicamente aqueles perigos que devem ser eliminados ou controlados, avaliar o projeto do sistema, prever ações corretivas ao longo de todas as fases do ciclo de vida do sistema envolvido, e prover o retorno da experiência operacional para assegurar que os objetivos de projeto foram atingidos. O desenvolvimento de um programa de segurança requer o conhecimento aprofundado, consubstanciado por modelos físicos e métodos matemáticos de análise de:



- a) sistema propriamente dito;
- b) ambiente onde o sistema opera;
- c) riscos potenciais ao ambiente induzidos pela operação do sistema;
- d) riscos potenciais ao sistema induzidos pelo ambiente onde ele opera;
- e) conseqüências para o ambiente das agressões induzidas pelo sistema; e
- f) conseqüências para o sistema das agressões induzidas pelo ambiente.

Estes conhecimentos não são entretanto por si só suficientes: é necessário ainda a capacidade de combiná-los analiticamente.

Considerando-se esta base de conhecimentos e os requisitos para o navio nuclear, o primeiro passo será identificar todos os eventos inicializadores de condições de funcionamento inseguras associados aos domínios de operação do sistema-navio e seus sub-sistemas (instalação nuclear, plataforma-navio, sistemas de combate, tripulação), combinando-os logicamente sob forma de cenários. O critério para inclusão dos cenários identificados no campo de análise deve ter a exaustividade como objetivo, sendo o possível e não somente o provável, como medida de avaliação. Devem ser simultaneamente considerados três parâmetros para qualquer cenário de risco:

- a) Severidade: conseqüências associadas a um perigo particular, em termos de liberação de radioatividade e operação do navio;
- b) Probabilidade: a verossimilhança da ocorrência de um evento inicializador e das várias conseqüências dele resultantes;
- c) Controle: a quantidade e tipo de recursos ou ações disponíveis para eliminar ou mitigar as conseqüências resultantes do perigo.

O uso fundamentado do "engineering judgement", baseado no conhecimento e nas informações disponíveis, para aferir a cada cenário uma classificação em termos de severidade, probabilidade e controle permitirá uma imagem clara do nível de segurança atingido, do nível de risco residual aceitável, dos meios disponíveis para controlar as conseqüências, e do custo associado aos vários níveis de controle.

Existem quatro métodos para tratar cenários de risco identificados:

- a) eliminá-los pelo projeto;
- b) evitar sua ocorrência prevendo-se dispositivos de segurança cuja atuação não dependa de ação dos operadores;
- c) evitar sua ocorrência empregando-se dispositivos de alarme que determinem ações específicas dos operadores;

d) desenvolver e exigir rígido cumprimento de procedimentos operacionais que evitem sua ocorrência ou mitiguem suas conseqüências.

Evidentemente, a linha de ação mais desejável seria eliminar todos os cenários de risco através do projeto de engenharia. Entretanto, esta tarefa é inviável, tornando-se obrigatório reverter-se para um dos três outros métodos para evitar ou reduzir as conseqüências de sua ocorrência.

Tendo projetado um sistema considerando a segurança, torna-se então necessário analisá-lo para verificar se ele realmente atende aos requisitos operacionais, para reduzir a probabilidade de ocorrência de eventos indesejados e reduzir as conseqüências dos cenários de risco, caso eles venham a se concretizar, a um nível socialmente aceitável. Esta análise deve ser feita de modo contínuo ao longo da vida do sistema e deve ser periodicamente atualizada com base em dados históricos de segurança gerados pela operação do próprio sistema ou de sistemas similares.

Considere-se um exemplo simples: um submarino nuclear encontra-se navegando próximo a superfície (cota periscópica) e detecta uma ameaça operativa que o obriga a mergulhar rapidamente (grande ângulo de ponta para baixo) para sua cota máxima de operação. Durante o mergulho, ocorre um evento que conduz o reator a operar acima de um limite máximo definido por uma determinada especificação técnica, que potencialmente causaria dano ao núcleo ou a algum sistema importante para a segurança nuclear se o reator continuasse operando. A doutrina de segurança para reatores em terra iria requerer que o reator fosse desligado imediatamente, possivelmente de modo automático, até que reparos fossem feitos. Entretanto, o desligamento do reator do submarino na situação hipotética acima descrita levaria o navio, devido a sua própria inércia, a ultrapassar a cota máxima de mergulho, em seguida atingir a cota de colapso (falha mecânica da estrutura resistente e perda da estanqueidade) e naufragar, colocando assim não só a tripulação em grave perigo como também perdendo-se totalmente o controle sobre o reator.

A doutrina preconizada indica que o reator deve continuar a ser operado ao nível de potência necessário para uma manobra de recuperação, sendo desligado somente se:

- a) o evento de falha conduzir à completa destruição do reator, a propulsão sendo perdida de toda forma;
- b) a situação for tal que o navio seria perdido mesmo que a potência do reator fosse mantida.

Ressalte-se que esta doutrina não aprova ou recomenda a operação do reator além dos limites das especificações técnicas quando a segurança e a sobrevi-

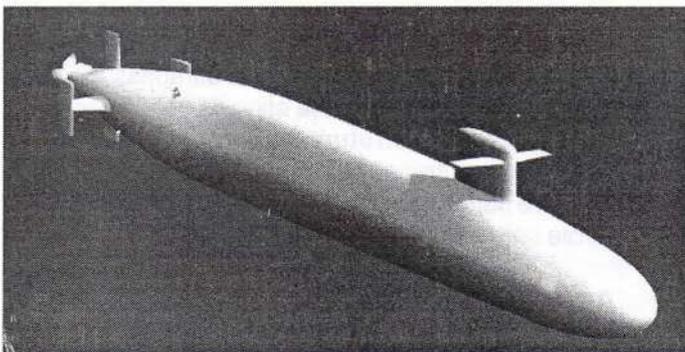


vência do navio e de sua tripulação não se encontram seriamente ameaçadas.

Tendo identificado um evento indesejado (Especificação Técnica X foi excedida) e avaliado um determinado nível de risco para as diferentes possíveis conseqüências (naufrágio ou operação além das especificações técnicas por um período T de tempo com um nível conhecido e aceitável de dano ao reator) às quais estão associadas a uma probabilidade de ocorrência dependente do projeto do sistema adotado, uma decisão deve ser tomada em termos de qual das quatro ações devem ser consideradas para mitigar o problema:

- a) a probabilidade de ocorrência é alta o suficiente para requerer o reprojeto do sistema com o objetivo de eliminar a possibilidade do evento?
- b) as conseqüências são tão rápidas e/ou desastrosas de forma a requerer o desligamento automático (SCRAM) do reator e partida dos sistemas de segurança?
- c) o evento deve ser alarmado, com a possibilidade da operação além das especificações técnicas ser continuada, conforme decisão do operador, em situações de emergência?
- d) devem ser desenvolvidos procedimentos especiais que permitam a operação nesta condição de falha por um determinado período de tempo, mesmo quando não existe situação de emergência?

A resposta a estas perguntas forma a base da doutrina preconizada, que consiste em prover o máximo de proteção para o conjunto navio-reator como um sistema integrado.



VI. MÉTODOS DE CONTROLE

Conforme citado anteriormente, existem quatro métodos para tratar os perigos identificados: eliminação, dispositivos automáticos de segurança, dispositivos de alarme e procedimentos especiais. Existem entretanto várias opções de projeto específicas, incluídas dentro destas quatro categorias que atenderiam os requisitos. Algumas destas opções serão discutidas.

A opção de projeto de eliminar ou controlar um perigo parece ser, tecnologicamente falando, o melhor método, apesar de não ser necessariamente o mais econômico. Este método, quando usado em conjunto com os outros três é extremamente útil. Em particular, o aumento das margens de segurança entre o projeto e os limites de operação permite uma maior flexibilidade para a continuidade da operação, tempo para efetuar de modo ordenado e racional diagnósticos precisos e implementação de procedimentos especiais, em lugar do que seria um desligamento automático mandatório ou uma drástica redução de potência num reator em terra. Isto pode ser muito útil no projeto do combustível e na definição dos parâmetros operacionais de pressão, temperatura e vazão dos sistemas.

No projeto de sistemas de segurança onde são implementado diversos níveis de redundância, a autoridade de segurança pode exigir redução de potência ou desligamento da instalação em caso de perda de um ou mais trens redundantes. Eventualmente, a operação pode ser permitida por um determinado intervalo de tempo de modo a possibilitar a correção do problema. Se os reparos não são efetivados neste período, exige-se o desligamento a quente até que a instalação possa voltar a operar dentro das especificações técnicas. No caso da propulsão naval, a duração deste intervalo de tempo dentro do qual a instalação nuclear pode operar com um trem redundante fora de funcionamento deve ser muito maior do que aquele permitido a um reator em terra, devido à eventual indisponibilidade de sobressalentes e à necessidade, em termos de segurança, de completar a missão no mar. Nestes casos, as lógicas de funcionamento dos sistemas de segurança do tipo 2 em 3 devem poder serem reajustadas para 1 em 2, colocando-se pessoal adicional para monitorar continuamente o parâmetro afetado ou para executar controle manual local sobre o sistema. A segurança neste caso é melhor garantida permanecendo a instalação em operação.

Um evento plausível que pode servir como exemplo onde este tipo de controle pode ser considerado é a perda de um mecanismo de acionamento de barras de controle. Esta perda pode da função de acionamento pode resultar de uma falha local, afetando um elemento individual ou de uma falha mais generalizada, afetando um banco ou grupo de elementos. Este evento indesejado possivelmente não afetará a função de SCRAM, não ocasionando nenhum efeito imediato, assumindo-se a operação do reator em regime permanente. Potencialmente, a longo termo, poderá ocorrer alguma distorção na forma do fluxo neutrônico ou instabilidades de potência locais. Se a perda ocorrer num grupo de elementos de segurança, ela pode afetar a margem de reatividade para desligamento, mas sem nenhum efeito catastrófico resultando do evento.



Um reator de terra seria desligado compulsoriamente num caso como este. No caso de um navio, tal ação seria indesejável, mesmo em situações normais, pois, no mínimo, conduziria à perda da manobrabilidade do navio. Como não existiriam efeitos imediatos sobre a segurança, seria recomendável que o navio continuasse sua singradura até um porto onde fosse possível efetuar-se os reparos necessários ou, no mínimo, até um fundeadouro onde o reator pudesse ser desligado sem implicar em riscos para o navio enquanto os reparos pudessem ser efetuados.

A definição dos sinais de segurança que produzem o desligamento automático do reator, no caso da propulsão naval, conduz a uma análise de vantagens, desvantagens e condições nas quais o contorno (*by-pass*) ou invalidação de alguns ou todos os sinais de SCRAM podem ser realizados de forma a garantir a continuidade da operação em situações de emergência.

Através da aplicação da doutrina apresentada, a análise do projeto deve limitar o número de eventos que podem produzir um sinal de SCRAM a um mínimo. Para estes parâmetros que absolutamente requerem o desligamento automático quando excedidos, o sistema de proteção deve ter interfaces com alarmes e com um sistema automático de limitação que reduza a potência quando o reator se aproxima de suas margens mínimas de operação. A redução automática de potência poderá então ser invalidada com uma ação positiva do operador que mantenha o reator dentro dos limites de segurança. No caso do reator não poder ser mantido dentro destes limites, a função de SCRAM permanece ainda disponível para proteger a tripulação, o público e o meio-ambiente. Neste contexto, pode ser desejável projetar o ponto de operação e o limite de segurança onde o desligamento automático ocorrerá com uma margem mais ampla e ajustar o ponto de SCRAM próximo ao limite máximo do sistema, de modo que a perda de potência ocorra somente como último recurso para evitar danos severos ao reator. O ponto exato onde isto ocorre somente pode ser verificado para cada projeto específico, devendo ser amplamente justificado e documentado pela análise de segurança.

A correta aplicação da doutrina discutida, fica evidenciado que o SCRAM deve efetivamente representar o limite máximo de operação, não devendo em nenhuma condição ser invalidado ou contornado.

Os procedimentos operacionais que permitem a continuidade do funcionamento do reator em caso de falha mecânica, de monitoração, de controle ou de segurança de sistemas são de extrema importância. É necessário que, a bordo de um navio, a decisão final de operar o reator além de suas especificações técnicas seja exclusiva do comandante do navio. Deste modo, o comandante deve ser capaz de tomar decisões fundamentadas em seus próprios conhecimentos de engenharia nuclear e na avaliação da as-

essoria técnica fornecida pelo chefe de máquinas, e nos seus conhecimentos navais e experiência de mar. Estas decisões baseiam-se no pleno entendimento das conseqüências de cada linha de ação possível, ou seja, de continuar a geração de potência nuclear em face dos danos que poderá sofrer o reator, ou desligar o reator em face dos riscos de perda do navio e de sua tripulação (e, em última instância, do próprio reator).

VII. CONCLUSÕES

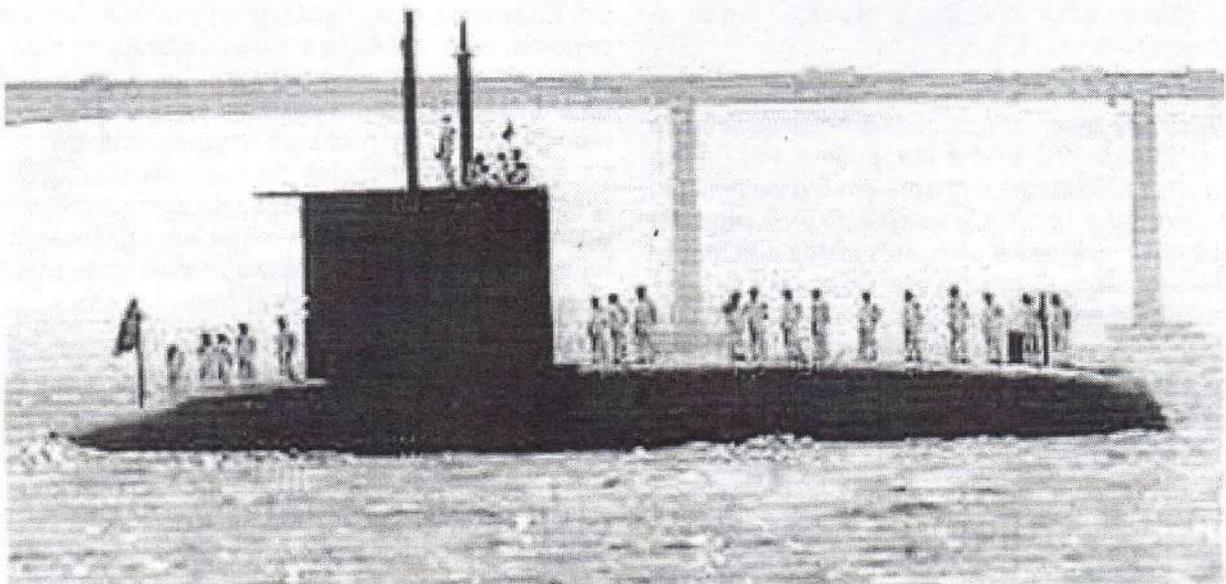
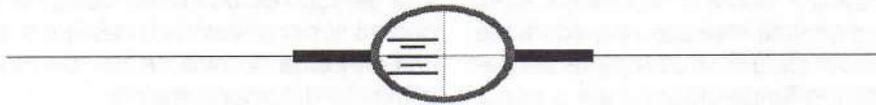
Com base na experiência operacional de submarinos, navios de superfície e navios mercantes nucleares até o presente, pode-se afirmar que é muito pouco provável que o comandante venha a realmente enfrentar uma situação onde tenha que escolher entre o reator e o navio. Entretanto, esta possibilidade existe. A doutrina apresentada, caso aplicada a todas as fases da vida útil de um navio nuclear, pode reduzir a probabilidade de que uma tal decisão venha um dia a ter que ser tomada. Ao mesmo tempo, um profundo entendimento desta doutrina e das conseqüências de sua aplicação de modo a retirar o navio de uma situação de perigo real, ainda que aceitando algum dano no reator e seus sistemas é de fundamental importância para a segurança dos navios nucleares entendidos como um sistema.

REFERÊNCIAS

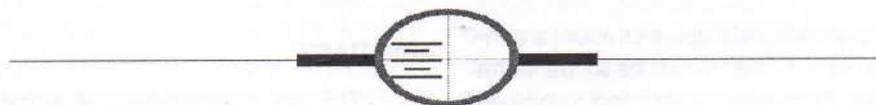
- [1] Pereira, M.C.R., **Política de Defesa Nacional: A Marinha do Brasil**, Serviço de Relações Públicas da Marinha, Brasília, 1997
- [2] Guimarães, L.S., **Protótipos em Terra de Instalações Propulsoras Nucleares**, Anais do VI Congresso Geral de Energia Nuclear, Rio de Janeiro, 1996.
- [3] Guimarães, L.S., **Introdução às instalações Propulsoras Nucleares Navais**, Anais do VI Congresso Geral de Energia Nuclear, Rio de Janeiro, 1996.
- [4] Guimarães, L.S., **Introdução à análise de segurança da propulsão nuclear de navios militares**, Anais do VI Congresso Geral de Energia Nuclear, Rio de Janeiro, 1996.
- [5] Guimarães, L.S., **Otimização do Conjugado Disponibilidade x Segurança para Instalações Propulsoras Nucleares de Navios Militares**, Anais do XI Encontro Nacional de Física de Reatores, Poços de Caldas, 1997.

ABSTRACT

This paper examines the subject of the safety of nuclear naval ships as well as its influence on reactor protection and safety. The fundamental questions of safety are discussed. A synthesis is presented delineating the basic lines for the formal establishment of specific requirements for the safety of nuclear submarines, its crews, the public and the environment.



O Submarino, esse navio preto e singular, é, na verdade um navio plural e de intenso colorido!





UMA REFLEXÃO SOBRE OS SUBMARINOS DETERRENTES

CC Paulo Cesar Demby Corrêa

Inrodução:

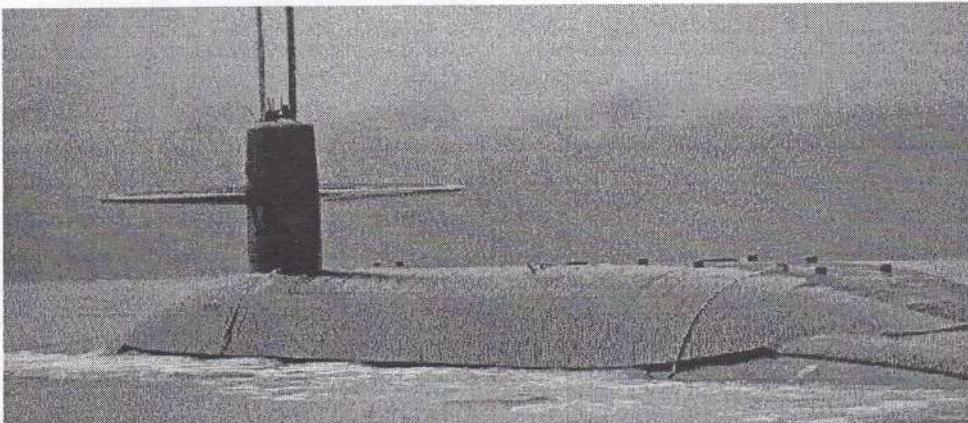
Os anos 50 marcaram indelévelmente a história deste século pela concepção do mais formidável veículo estratégico de guerra, lançador de armas de destruição em massa, as quais, até então, haviam estarrecido o mundo alguns anos antes pelos ataques norte-americanos a Hiroshima e Nagasaki, forçando a capitulação do Japão.

Podendo ser considerado como um paradigma da bipolaridade ideológica, gênese de um duradouro período denominado guerra fria, que rachou as potências militares vencedoras da II grande guerra, à época detentoras da tecnologia nuclear quer sob a forma de ogivas de destruição, quer sob a forma de submarinos de ataque (SSN), deve ser entendido que as plataformas de propulsão nuclear lançadores de mísseis balísticos intercontinentais (SSBN) foram projetadas para dar amplo suporte político aos governos dos EUA e da ex-URSS. Conseqüentemente, conferiram a esses países um significativo poder de retaliação mútua, materializado por potenciais ataques maciços aos seus territórios e posições estratégicas, partindo-se de qualquer área marítima do globo desconhecida pelo inimigo. A este poder, atribuiu-se o nome de *2º golpe de deterrência*, ou simplesmente deterrência.

Coube a Eisenhower e Nikita Kruchev referendarem tais concepções, que buscavam aliar as impressionantes qualidades de quase ilimitada autonomia em patrulha, capacidade de ocultação e absoluta camuflagem, impressões digitais inerentes aos submarinos nucleares, ao poder desafiante do armamento capaz de penetrar os sistemas defensivos e infligir um grau inaceitável de destruição aos domínios hostis. O potencial holocausto, cujo apogeu deuse por ocasião da crise dos mísseis em Cuba, ceifou ainda mais as relações diplomáticas entre os blocos ocidental e oriental, sendo sensivelmente distensionadas após o desmantelamento da cortina de ferro. As possíveis conseqüências desses acontecimentos serão discutidas mais adiante.

A tarefa deterrente dos submarinos estratégicos

As armas estratégicas podem ser entregues por sistemas lançadores por terra ou por ar, porém os SSBN representam um sistema deterrente quase perfeito. O vetor possui mobilidade e invisibilidade ao redor de vastos nichos marítimos, que podem ser incrementados quanto maiores forem os alcances de voo dos mísseis balísticos de que dispõe. Estes alcances habilitam engenhos como os SSBN russos, por exemplo, atingirem Washington DC a partir de uma zona de patrulha situada abaixo da calota polar ártica.



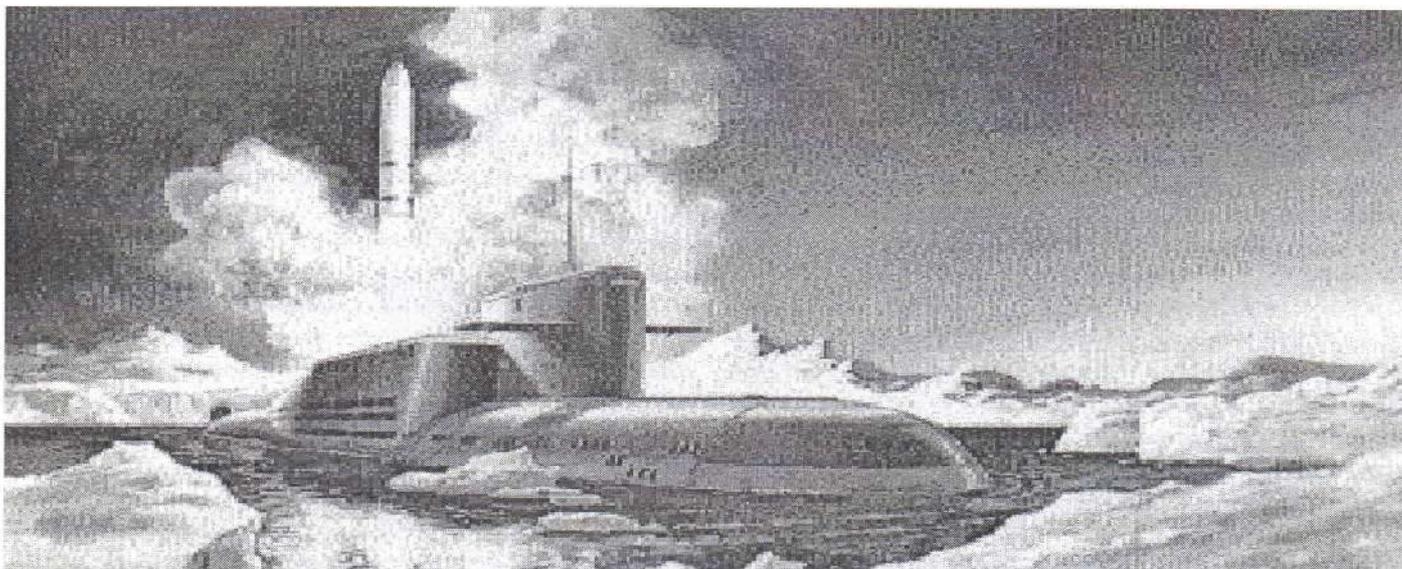
Os modernos SSBN-726, da Classe OHIO, podem carregar até 24 mísseis balísticos



A propósito, para fazer frente a ameaças dessa natureza, os SSN de ambos os partidos despenderam pesados esforços no sentido de aprestarem-se para a guerra sob o gelo, durante a vigência da guerra fria. Contudo, os SSN sempre tiveram grandes dificuldades em detectar as plataformas estratégicas, fortemente silenciosas, criando uma incerteza adicional ao oponente, sobretudo porque era necessário, antes de outras considerações, conhecer-se por *onde* iniciar as buscas, tornando sua captura virtualmente impossível.

Com efeito, dadas as circunstâncias anteriormente expostas, pode-se afirmar que o pequeno grupo de nações

possuidoras do poder deterrente puderam expor ao mundo sua parte de maior credibilidade. Respaldados pelos EUA, a Inglaterra e a França, e, na outra ponta, independentemente da vontade política da ex-URSS, a China, empreenderam ao longo dos últimos 30 anos vultosos investimentos no desenvolvimento desses formidáveis navios estratégicos, tornando esses países membros de um seleto grupo e mantendo, presumivelmente, um equilíbrio teórico de forças entre as ideologias antagônicas. Nos casos específicos de Inglaterra, França e China, os SSBN representaram seu único braço deterrente por um preço que aqueles países podiam efetivamente suportar.



A figura mostra um SSBN russo da Classe DELTA IV disparando um míssil SS-NX-23 após vir à superfície na calota polar ártica. O Ártico, dadas as suas peculiaridades, mostra-se como um potencial campo de batalha, onde SSN patrulham rotineiramente abaixo da camada de gelo.

Armas estratégicas (SLBM)

O tabuleiro político-estratégico ao final da 2a. guerra mundial apontava para um combate inusitado entre as forças navais, a ser travado em cenários de alto mar, exatamente como ocorrido há séculos. A diferença precípua é que, desta feita, armas pesadas poderiam atingir alvos continentais a distâncias médias de 40 km, bem como aeronaves catapultadas de navios aeródromos seriam capazes de destruir objetivos ainda mais afastados, a cerca de 160 km. Pelos idos de 1950, contudo, a marinha norte-americana projetou asas fixas do tipo AJ-1 Savage, baseadas em aeródromos, com capacidade de ataque sobre terra, dotadas de bombas atômicas Mk-5, cuja carga paga majorava em 20 KT aquelas empregadas em Nagasaki e Hiroshima. Essa iminente demonstração de força, que foi gradualmente incrementada entre 1950 e 1960, teve como conseqüência o florescimento de vultosos investimentos soviéticos nos programas de cons-

trução de submarinos de ataque e lançadores de mísseis de cruzeiro (SSG / SSGN).

A etapa seguinte culminou com o inexorável desenvolvimento dos submarinos, nucleares ou não, lançadores de mísseis balísticos (SSB / SSBN). Independentemente dos antiquados conceitos de bombardeamento de costa esporádicos, por meio do emprego de canhões de pequeno / médio calibres, montados nos primeiros submersíveis convencionais do início do século, e a menos dos lançamentos de agentes em águas hostis a bordo de minissubmarinos, aos submarinos jamais haviam sido conferidas tarefas nada ortodoxas de projeção de poder sobre terra. É verdade que os alemães despenderam severos esforços em 1944 / 45 para equipar seus "U-Boats" com foguetes V-2, de modo que pudessem atravessar o Atlântico e atingir posições para lançamento em solo norte-americano, porém capitularam antes que seu plano fosse implementado. Por seu turno, as ações deterrentes, que até a metade dos anos 50 ainda

eram exclusivas dos bombardeiros de asa fixa e dos silos instalados em territórios nacionais e aliados, encontraram nos SSB / SSBN uma plataforma quase perfeita, criando uma nova e importante tarefa de emprego do poder naval.

Ambas as marinhas, dos EUA e da ex-URSS, perseguiram com voracidade as novas idéias na era da guerra fria. Destarte, coube aos soviéticos o comissionamento do primeiro submarino balístico, de propulsão convencional, conhecido pelo bloco ocidental como Classe GOLF, em 1958. Era equipado com três mísseis, tipo SS-N-3, montados na vela, porém o sistema apresentava deficiências, especialmente no tocante à precisão, e, ademais, as armas somente poderiam ser lançadas da superfície, tornando a plataforma, evidentemente, vulnerável.

Estados Unidos

Após um breve período de experiências envolvendo 6 mísseis JUPITER-S, à base de combustível sólido, em submarinos de 8500 ton, os EUA retrucaram a iniciativa russa demonstrando ao mundo o projeto POLARIS. Tal sistema

tinha a primazia de fazer uso de propelente sólido e de possibilitar ser ejetado a partir de tubos verticais, enquanto o submarino permanecia mergulhado. A arma ainda exibia novas tecnologias, tais como: veículos leves de reentrada, guíagem inercial miniaturizada, ogivas nucleares e termonucleares miniaturizadas, navegação inercial das plataformas lançadoras, dentre outras. Quando o POLARIS atingiu o status operacional, em novembro de 1960, modificou-se a natureza da guerra estratégica e, em particular, da deterrência. Programas de aperfeiçoamento sucederam-se e, do projeto supra, surgiram o POSEIDON, o TRIDENT I (C-4) e o TRIDENT II (D-5). O TRIDENT I foi projetado para possuir a mesma carga paga e precisão do POSEIDON, porém com raios significativamente maiores que os de seu predecessor (8056 km contra 4630 km), permitindo a alocação de áreas de patrulha maiores. O TRIDENT II, contudo, foi desenhado para uma maior acuracidade; o míssil D-5 resultante é mais longo, sendo capaz de carregar até 14 múltiplos veículos independentes de reentrada (MIRV), mas as Conversações para Redução das Armas Estratégicas (START II) entre norte-americanos e russos impuseram um limite de 10.



O SSBN GEORGIA é carregado com TRIDENT D-5 na Base de King's Bay, Estado da Georgia

União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

O programa soviético teve prosseguimento com o SS-N-4, de dimensões tais que somente poderia ser armazenado a bordo de submarinos convencionais da classe ZULU-V, entre a quilha e o tope da vela. Empregando combustível líquido e lançado da superfície, seu valor agregado era limitado, sendo substituído, em seguida, pelo projeto SS-N-5, o

primeiro a ser lançado de um submarino em imersão. A próxima geração, representada pelo SS-N-6 SAWFLY, teve suas dimensões reduzidas o suficiente para que 16 pudessem ser embarcados na primeira plataforma balística de propulsão nuclear, denominada YANKEE. Um aperfeiçoamento posterior permitiu a produção do SS-N-8, cujo alcance de raio igual a 8890 km excedia em muito os demais SLBM até então conhecidos. O SS-N-9, modificação no.3, em segui-



da, conferiu finalmente à marinha soviética a capacidade de atingir determinado número de alvos em separado simultaneamente, através de múltiplos veículos independentes de reentrada (MIRV).

O SS-N-18 incorporou virtualmente, anos mais tarde, as mesmas características operacionais do norte-americano TRIDENT II. Seu raio de ação de 7964 km possibilitava atingir os EUA de qualquer oceano do mundo. Os derradeiros mísseis operacionais soviéticos, o SS-N-20 e o SS-NX-23, cada qual com 8893 km de alcance, constituem o atual inventário estratégico dos submarinos classe THYPHOON e DELTA IV, respectivamente. Sabe-se que esse último possui combustível líquido, boa acuracidade e carrega até 7 MIRV.

Mesmo a despeito das drásticas restrições orçamentárias praticadas pelo Kremlin ao longo dos últimos 8 anos, o que conduziu a um sucateamento do parque militar e, por conseguinte, deterrente, os SSBN de última geração e suas armas estratégicas, na proporção de 25 a 30% do limite estabelecido pelo Acordo sobre as Conversações sobre Redução de Armas Estratégicas (START II), ainda significam um magnífico poder de retaliação.



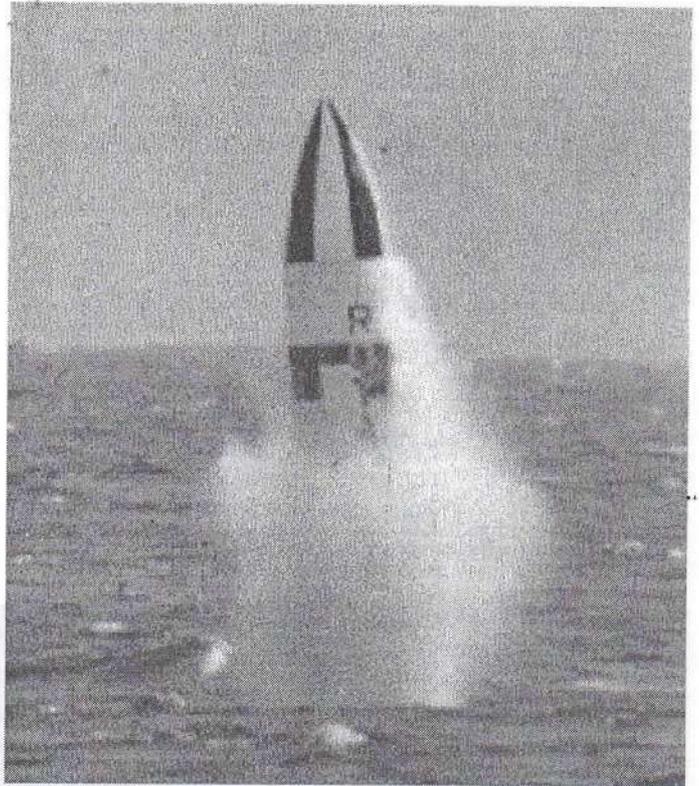
A figura retrata o moderno Tender ALEXANDER BRYKIN, atuando como Apoio Logístico Móvel para SSBN, embarcando um SLBM SS-N-20 em águas abrigadas.

Inglaterra

O governo britânico estabeleceu que o TRIDENT II, que arma sua mais nova classe de SSBN (HMS VANGUARD), não irá carregar mais de 10 MIRV, o que implica em maiores alcances e maior flexibilidade na escolha das áreas deterrentes pela marinha inglesa.

Os mísseis POLARIS A-3, os tubos de lançamento e o sistema de controle de fogo foram adquiridos nos anos 60 diretamente dos EUA, equipando seus primeiros SSBN classe RESOLUTION, hoje retirados do serviço ativo. Modificações realizadas na década de 80 permitiram a incorporação de 6 MIRV do tipo CHEVALINE, adicionalmente aos despistadores ("decoys"). O projeto, genuinamente britâni-

co, foi iniciado no limiar dos anos 70 com o propósito de aperfeiçoar a penetração das defesas antimísseis russas ao redor do Kremlin, num raio de 40 km.



Um SLBM POLARIS A-3 britânico, modernizado com MIRV CHEVALINE fabricados na Inglaterra, sendo lançado de um SSBN Classe RESOLUTION, já desativados.

França

O governo francês optou pelo dispendioso programa de construção dos SSBN e dos SLBM no início dos anos 60 não apenas para evitar um "racha" político incipiente com os EUA, no auge da guerra fria, mas principalmente para obter sua ousada independência tecnológica, quer no desenvolvimento das plataformas estratégicas, quer no projeto dos mísseis balísticos. A despeito de inúmeros problemas técnicos, a FORCE DE DISSUASION lançou seu primeiro SLBM a partir do submarino experimental GYMNOTE em 1968, concluindo seu programa com sucesso através do lançamento do SSBN LE REDOUTABLE, armado com 16 mísseis M2 e M20, sendo o último dotado de 1 MT de ogiva termonuclear a mais em relação ao anterior. A quinta e última unidade, denominada L'INFLEXIBLE, é armada com mísseis M4, com maior alcance e capacidade de múltiplas ogivas (6 MIRV).

China

O único SSBN chinês da classe XIA é armado com 12 mísseis balísticos CSS-N-3, constituídos por dois está-



gios de propelente sólido. O primeiro lançamento em imersão dessa arma ocorreu em outubro de 1982, com o emprego de um submarino classe GOLF. Seu alcance é estimado em 4560 km.

Estratégias de emprego dos SSBN

A tarefa precípua dos SSBN repousa em sua capacidade estratégica, a serviço dos governos e dos Altos Comandos Navais que os controlam e empregam, temporal e espacialmente, no grau desejado. Seu uso tático deve ser, necessariamente, observado dentro do contexto estratégico. A teoria estratégica da deterrência foi paulatinamente ampliada quando os EUA e a então URSS já possuíam um arsenal nuclear desenvolvido com complexidade e montante tais que imaginavam estar imunes a um primeiro golpe maciço vindo do pólo oposto, mas 3 fatores primordiais, já retromencionados ao início desta análise, efetivamente alteraram esta equação nos últimos 30 anos. O primeiro é a precisão dos pontos de queda das ogivas. A acuracidade de tais artefatos letais prescreve o papel do míssil que age como vetor, uma vez que uma ogiva muito precisa deve ser usada num primeiro golpe, objetivando a destruição dos silos de mísseis intercontinentais instalados em terra (ICBM), enquanto uma de menor exatidão pode ser empregada somente contra alvos civis não protegidos, como cidades, por exemplo, acarretando um grau de destruição considerado inaceitável para o oponente.

A dita acuracidade das ogivas nucleares e termonucleares foi aumentada, no caso norte-americano, pelo emprego de veículos manobráveis de reentrada (MARV) em seus TRIDENT II (D-5); contudo, o desenvolvimento soviético dos mísseis SS-X-24, transportados por terra, e dos SS-25, montados sobre rodas, ambos com alcances de 10000 km e habilidade para deslocar-se, negou a vantagem dos EUA na precisão de suas ogivas.

O segundo fator é representado pelo esforço e avanço tecnológico das marinhas na guerra anti-submarina.

Um terceiro fator poderia ser aqui considerado, como um corolário da "perestroika" russa, protagonizada por Gorbatchev, da queda do muro de Berlim e, conseqüentemente, do desmantelamento do estigma comunista em praticamente todos os regimes políticos do bloco oriental. A transformação contumaz do cenário sócio-político-econômico da Rússia e de suas ex-repúblicas soviéticas, na busca de adaptação à globalização neoliberal, apressou o surgimento dos conhecidos fenômenos da perda de liquidez de seus pífios mercados, da hiperinflação, do desemprego e da indesejável máfia, levando à recente decretação da moratória russa e ao protelado pânico das bolsas mundiais. No terreno militar naval, as conseqüências, inexoravelmente

desastrosas, foram materializadas pelo sucateamento, pelo contrabando através do mercado negro e pela redução das forças navais e deterrentes aprestadas, especificamente, a níveis em torno de 25 a 30% do valor imposto pelas START II, conforme exposto supra. Isto significa que há, na virada do século, um preocupante recuo moscovita, da ordem de 3 a 4 vezes, relativamente ao montante do poderio deterrente norte-americano, sem se levar em conta o dos aliados francês e britânico, o que altera significativamente a equação do balanço estratégico global.

A propósito, graças a uma boa gerência de manutenção e reparos e à elevada confiabilidade da plataforma e sistemas, ainda hoje a marinha dos EUA logram manter cerca de 65% dos seus SSBN classe OHIO em patrulhas no mar, porém o mesmo não se pode afirmar quanto aos pares russos. Já à época do fim da guerra fria, problemas de manutenção com sua portentosa esquadra de SSBN sugeriam que não mais que 15 DELTA IV ou THYPHOON estivessem em comissão simultaneamente. Evidentemente, um sinal de alarme seria soado nos EUA caso a totalidade de submarinos estratégicos russos estivessem fazendo-se ao mar, por superarem-no numericamente com folgas. Os ingleses asseguravam manter um montante suficiente de seus EX-RESOLUTION e VANGUARD no mar em patrulhas contínuas, os franceses possuem dois de seus LE REDOUTABLE permanentemente prontos e estima-se que os chineses mantenham seu XIA operativo a maior parte do tempo.

Os SSBN representam os mais confiáveis de todos os presentes sistemas nucleares estratégicos quando em patrulhas deterrentes no mar, e ainda é inquestionável que as forças norte-americanas e russas postam-se como as maiores ameaças mútuas para um segundo golpe de retaliação a um ataque em massa. O grande benefício estratégico das unidades da França e da Inglaterra era o de prover um segundo e terceiro centros de tomadas de decisão na Europa Oriental, e seu valor foi elevado pelo fato de possuírem, com pequena exceção para o partido bretão, quase total controle sobre suas ogivas termonucleares e arsenais de SLBM. É verdade que o tabuleiro estratégico não vislumbra nenhuma probabilidade iminente de um holocausto, mas é mister perceber que, no caso da Rússia empreender uma campanha nuclear contra qualquer objetivo ocidental, possivelmente os EUA, a Grã-Bretanha ou a França, coletiva ou individualmente, poderiam infligir um grau de destruição inaceitável. A equação estratégica, nesse interregno, torna-se ainda mais complexa para o Kremlin, dada a existência de uma quinta incógnita, a chinesa, inteiramente independente das demais, cujo grau de comprometimento é virtualmente impossível de ser desvendado a priori.

Bases estratégicas inglesas e francesas

Atreladas às exigências das facilidades especiais requeridas para uma base de submarinos estratégicos, sua



localização é facilmente identificável e bem conhecida pelos oponentes potenciais, e artefatos de vigilância contínua, como satélites militares e monitoragem eletrônica, habilitam informações permanentes sobre as demandas e regressos dos SSBN de suas patrulhas deterrentes. Em suas comissões, fazem-se acompanhar freqüentemente por navios-escolta com capacidade anti-submarina, padrão que permite fácil reconhecimento e obtenção de suas assinaturas acústica e magnética por meios convencionais ou sofisticados do inimigo. Uma vigilância pouco sofisticada e de baixo custo pode ser usada no caso das saídas inglesas ou francesas, por exemplo: os submarinos POLARIS classe RESOLUTION, ora desativados, não tinham outra opção senão desatracar da base escocesa em Faslane através dos Estreitos de Rhu logo ao norte de Helensburgh, com franca observação pública. Por outra, os SSBN franceses classe LE REDOUTABLE suspendem de sua base de mísseis em Brest sob as mesmas circunstâncias.

Bases estratégicas russas

Os russos mantêm suas bases de mísseis SS-N-20 e SS-NX-23 concentradas presentemente em quatro áreas: em Petropavlovsk, na Península de Kamchatka, e em Vladivostok, ambas no extremo leste, e no mar de Barents, na face oriental. As bases estratégicas eram originariamente localizadas em Polynarni, na Península de Kola, que provisionava os pioneiros YANKEE e os primeiros classe DELTA. Uma base coberta para os avantajados SSBN THYPHOON foi construída nos anos 80 em Gremikha, cujos pier foram erigidos no interior de penhascos dinamitados.

Os SSBN baseados em Vladivostok são forçados a transitar pelo mar do Japão e demandar para o norte em direção à Passagem entre as ilhas Kunashir e Hokaido, antes de atingir o Pacífico. Ao sul, seria forçado a invadir as zonas econômicas da Coreia do Sul e do próprio Japão. Pelo norte, têm de ultrapassar incólumes a vigilância sonar estabelecida por redes de escuta passiva plantadas no leito marinho, assim como pelas patrulhas efetuadas por aeronaves Lockheed P-3C, baseadas em solo japonês. Esta é uma das justificativas pelas quais o Governo Russo mantém sua soberania com tamanha tenacidade, por meio de fortificações e ações contínuas de presença de sua marinha, nas Ilhas Kurillas.

Bases estratégicas dos EUA e avançadas dos aliados da OTAN

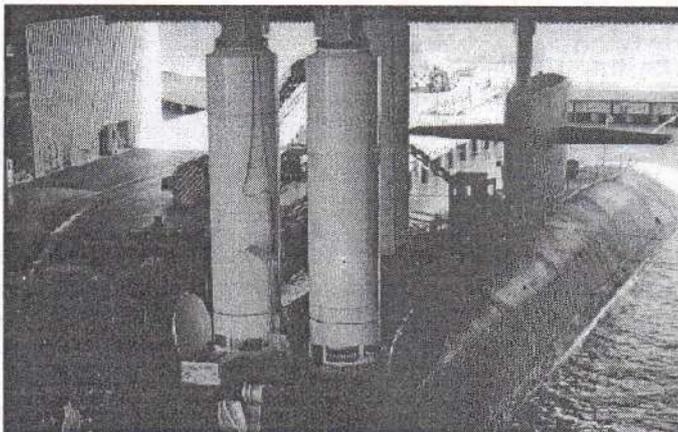
As bases norte-americanas, presentemente, mantêm grande parte de seu inventário nuclear constituído precipuamente por mísseis TRIDENT I e II. Alguns POLARIS C-3 ainda são armazenados. Boa parte dos mísseis POLARIS e POSEIDON foi transferida para bases aliadas avançadas como Rota, no noroeste da Espanha, e Holy Loch, na Escócia. Mas a introdução dos TRIDENT possibilitou a instalação de duas bases fortemente especializadas em território americano: Bangor, em Washington, na costa oeste, e King's Bay, na Geórgia, face leste. Ambas as bases abastecem os

modernos submarinos balísticos classe OHIO, mas a última ainda apóia os também avançados SSBN ingleses classe VANGUARD.

Pouco se sabe acerca das zonas de patrulha dos submarinos TRIDENT, mas pode ser assumido que sua tarefa deterrente é levada a efeito em extensas áreas estabelecidas nos Oceanos Índico, Atlântico e Pacífico, em ciclos de 90 dias. As citadas áreas localizam-se distantes das fronteiras russas, para exacerbar os esforços anti-submarinos a serem despendidos, mas o suficiente para ameaçar os maiores complexos industriais e populações do leste europeu.

As patrulhas inglesas empregam dois meios com duração aproximada de 70 dias cada. A tarefa dos mísseis POLARIS A-3 era sabidamente prescrita como sendo de golpes de contravalor na direção de complexos industriais e civis do lado europeu russo.

Os mísseis M2, M20 e M4 franceses possuem tarefas similares às dos britânicos, e pode-se afirmar que possuem uma política de estabelecimento de alvos semelhante.



O SSBN OHIO sendo armado com SLBM TRIDENT D-5 na Base de Bangor, Washington.

Base estratégica chinesa

Cada um dos SSBN classe XIA carregam 12 mísseis CSS-N-3. Pode-se assumir que a política de emprego operativo das armas estratégicas chinesas é similar às da França e Inglaterra. Contudo, dadas as limitações em alcance já mencionadas anteriormente, somente os alvos de alto valor do território leste da ex-URSS podem ser ameaçados. Há inegavelmente diversos objetivos importantes nessa área, porém nenhum é crítico à sobrevivência desse país.

A conseqüência da entrada da China no seleto clube de SSBN é a segregação do poder deterrente por 3 independentes partidos navais nucleares. Tal fato acrescentou uma incerteza adicional à equação estratégica anteriormente comentada, que fora apresentada ao então líder soviético, e distendeu a deterrência.

A base de mísseis chinesa não é precisamente conhecida, mas sabe-se que provavelmente localiza-se nas proximidades de Huludao, no mar Amarelo.

O futuro dos SSBN

O desmantelamento das ex-Repúblicas Socialistas Soviéticas e a posterior distensão da guerra fria, o sucateamento das forças navais e deterrentes russas, a explosão de inúmeros conflitos regionais localizados, com destaque para os 3 combates deflagrados contra o Iraque iniciados em 1991, e o desenvolvimento de forças convencionais de defesa, bem armadas e com capacidade de empreender campanhas defensivas de minas, são os principais fatores que reordenaram o pensamento estratégico ocidental. No que concerne à marinha norte-americana, as experiências adquiridas com as Operações "Tempestade no Deserto", em 1991, "Southern Watch", no início de 1998, e "Raposa no Deserto", ao final do mesmo ano, todas empreendidas contra Saddam Hussein, combinadas com as crescentes restrições orçamentárias impostas pelo Congresso, sugeriram que os meios projetados para contrapor os grupos de batalha soviéticos em "águas azuis", durante a vigência da guerra fria, experimentassem modificações para adaptá-los às múltiplas modalidades de operações em ambientes litorâneos hostis.

As exigências impostas pelo Pentágono terão efeito para a metade da próxima década. A última expressão de tal assertiva pode ser encontrada no conceito de conversão dos 4 primeiros submarinos balísticos da classe OHIO, o OHIO (SSBN-726), o MICHIGAN (SSBN-727), o FLORIDA (SSBN-728) e o GEORGIA (SSBN-729). O presente conceito, ora sob revisão, prevê a conversão dos mencionados submarinos, não mais requisitados para o serviço deterrente, em plataformas combinadas, quer para ataque com mísseis convencionais de elevada precisão, contra objetivos terrestres (os formidáveis TOMAHAWK TLAM-D), quer para operações especiais. Destarte, os 24 tubos verticais lançadores de mísseis TRIDENT II (D-5) tornar-se-ão aptos para acomodar sistemas de entrega de mergulhadores avançados (ASDS), ou para contêineres carregados com até 7 mísseis de cruzeiro TOMAHAWK. Os ASDS serão autênticos minissubmarinos, presentemente em construção, capazes de entregar uma força de operações especiais constituída de até 100 SEALS. Por outra, armado com até 154 TOMAHAWK, que poderão estar combinados com os já comentados SLBM, apenas um SSBN classe OHIO possuirá poder equivalente de destruição de um grupo de batalha como um todo, e isto é uma superlativa vantagem obtida com a pretendida conversão. Tenderão as plataformas balísticas, portanto, a configurarem-se em meios de combate extremamente versáteis. Um submarino combinado propiciará à Autoridade de Comando Nacional (CNA), que detém a

vantagem de um teatro poderoso, qual poder de fogo maciço poderá ser empregado em conjunto com outros ataques combinados.

Ressalta-se, assim, que em comparação aos 41 SSBN aprestados ao serviço deterrente durante o período da guerra fria, denominados de "41 for freedom", a esquadra de SSBN, atualmente composta por 18 OHIO, será, conforme acima exposto, reduzida para 14, e tenderá a reduzir ainda mais pelos próximos 15 anos.



Os ASDS preparando-se para acoplamento em dispositivo montado no convés dos SSBN.

O problema russo

Durante os últimos seis anos, a marinha russa reduziu-se pela metade, corroborando o anteriormente exposto. Até 1990, os estaleiros russos lançavam de 5 a 6 submarinos nucleares por ano. Após 1991, apenas um SSN classe SEVERODVINSK e um SSBN, o YURI DOLGORUKI, tiveram sua quilha batida. Estes dados oficiais, embora demonstrem uma forte retração da construção naval, são na realidade questionáveis à medida em que é sabido que os derradeiros AKULA II continuam sendo fabricados, ainda que para exportação. Da mesma forma, estima-se compreensivelmente que as atividades permanecem, embora numa desaceleração gradual, mas o suficiente para entregar dois submarinos por ano, tais como os DELTA IV, OSCAR II, TYPHOON e SEVERODVINSK. Logo, pode-se afirmar que, de fato, 50% da marinha russa permanece pronta para o combate, mas o restante da frota repousa por falta de verbas.

Destarte, contando com uma flotilha atual de 40 SSBN e um inventário nuclear de 584 SLBM, muito embora apenas 6 ou 8 estejam aprestados, depreende-se que a força deterrente russa assumirá uma tarefa ainda mais preponderante na postura estratégica do país. À virada do século, 29% das armas balísticas são embarcadas nesses meios;



estima-se que carregarão cerca de 62%, por volta de 2010. Esta estimativa somente é crível pelas demonstrações tácitas de enfraquecimento do seu poder naval ultramarino, por ora ineficaz nas tarefas de controlar grandes áreas marítimas e limitando-se, basicamente, a papéis clássicos de defesa das águas costeiras.

Partindo-se da premissa retro, a Secretaria de Defesa e a Inspeção Militar do Estado Russo foram enfáticas ao afirmar que o maior foco deveria ser o estabelecimento do "bastião estratégico norte", na Península de Kola. Prosseguiram pronunciando, ainda, que a presença naval deve ser mantida, "usualmente temporária, em partes dos Oceanos Pacífico e Índico, no Mediterrâneo e no golfo Pérsico."

A Revisão de Defesa Estratégica (SDR) Inglesa

A estratégia deterrente do futuro, a ser levada a efeito pelos ingleses, será desempenhada pelos 4.

SSBN VANGUARD, dada a retirada do serviço ativo dos antiquados SSBN RESOLUTION. Mas essa deterrência tem sido reduzida tanto qualitativa quanto qualitativamente. O número de ogivas foi cortado em 1/3, para menos de 200. Além disso, apenas um SSBN será mantido em patrulha em um determinado período, carregado com 48 ogivas. Para efeito de comparação, até aqui havia um teto de 96 e aquele inventário equivale-se ao existente nos submarinos POLARIS quando foram comissionados. Isto significa que o poder de destruição será um terço do que o representado pelas 32 ogivas CHEVALINE carregadas pelos meios POLARIS ao final dos respectivos serviços ativos. O Parlamento inglês também não vislumbra a necessidade de serem adquiridos mais TRIDENT do que os já entregues ou encomendados ao Pentágono.

O caso Britânico é ímpar, uma vez que a postura dos SSBN deterrentes será ainda mais distensionada. Os mísseis estão desprogramados. No próximo século, as guarnições dos submarinos serão reduzidas pela metade, uma medida que, reconhecidamente, não deverá ser rapidamente revertida. A singularidade dos SSBN, contudo, repousa nas tarefas secundárias a eles atribuídas: coleta de dados hidrográficos, testes com equipamentos, exercícios com outras unidades navais e aeronavais. Essa relativa surpreendente decisão do Ministério da Defesa (MoD) demonstra a evidente intenção de descaracterizar peremptoriamente as patrulhas deterrentes, em detrimento de tarefas de menor envergadura, podendo-se inclusive questionar a adequabilidade daqueles meios em empreitadas dessa natureza.

Em suma, não estão previstos investimentos para modificações sistemáticas dos SSBN, como no caso norte-

americano; ao contrário, os bem-sucedidos TOMAHAWK serão entregues somente aos SSN, o que não demandará custos vultosos para as adaptações previstas.

A modernização da marinha chinesa

A marinha da República Popular da China conta com aproximadamente 1100 navios de guerra, um quantitativo 3 vezes maior que a dos EUA. Porém, apenas 10% desse total é constituído de navios de combate, cabendo aos demais a tarefa ortodoxa de defesa costeira, inclusive sua força de submarinos, de um modo geral. Desta feita, analistas consideram que a menor parcela de contribuição estratégica para a China é representada pelo seu único SSBN classe XIA, o que pode ser um exagero, dado o inventário de 12 SLBM do tipo CSS-N-3 com os quais é armado, cada qual com raio de destruição de 4560 km, de acordo com o retromencionado. Constitui indubitavelmente uma reduzida, porém ponderável demonstração de poder deterrente. Contudo, o XIA embute tecnologia ultrapassada, e é considerado bastante vulnerável a detecção e ataques por modernos vasos anti-submarinos. O braço nuclear de ataque da marinha chinesa é composto por 5 SSN da classe HAN, sendo provável que uma de suas principais tarefas seja a escolta ao SSBN em suporte à patrulha deterrente.

Objetivando atingir as aspirações políticas de seu regime autoritário, no sentido de assegurar sua supremacia militar regional, numa extensa área marítima que vai desde Bonin até, possivelmente, a Papua Nova Guiné, a China almeja um navio aeródromo com aeronaves de asa fixa até 2010, 3 "destroyers" classe SOVREMENNY, e, dentre outros inúmeros e complexos meios, um de seus mais ousados projetos é a construção de um SSBN de segunda geração, denominado tipo 094. Será dotado de um novo SLBM, o CSS-NX-4, com 7400 km de alcance. Previsões apontam para seu comissionamento em cerca de 5 anos e, quando operacional, estará apto a alvejar porções do território americano disparando seus artefatos nucleares a partir de águas chinesas.

Conclusão

As conjunturas políticas anteriormente aludidas no presente trabalho não vislumbam nenhuma possibilidade de holocausto nuclear entre as superpotências da virada do século. Contudo, toda paz é aparente. Testemunhos incontestes desta assertiva podem ser encontrados nas querelas que crepitam tanto em solo europeu, de natureza étnica, envolvendo os albaneses em Kosovo, como também, e principalmente, em domínios iraquianos, onde Saddam Hussein almeja a unidade muçulmana a qualquer custo, logrando desafiar os EUA com crescentes manobras de



dissuasão pela virtual existência de arsenais letais de destruição em massa. A China, por seu turno, ameaça o uso da força para reanexar Taiwan ao regime, bem como faz semelhante manobra no sentido de manter a subordinação de Hong Kong, além de planejar sua expansão para a chamada "segunda cadeia de ilhas", envolvendo extensa área que contém regiões estratégicas como Japão, Borneo, Ilhas Marianas e Papua Nova Guiné, além de Taiwan propriamente dito. Adicionalmente, a combatida Rússia luta militarmente para manter sua soberania sobre a Chechênia, após terem sido frustradas as tentativas de manter a Letônia, Estônia e Lituânia. Dentre outros exemplos de conflitos regionais de menor envergadura, tem-se que a detenção de poderes deterrentes são largamente dissuasórios e coercitivos, e, muito embora distendidos pelo desmantelamento da cortina de ferro, ainda representam um valioso instrumento militar, que dispensa o custoso envio de tropas e numerosos meios pela aplicabilidade de um grau de destruição que pode ser considerado inaceitável para o oponente, podendo ser virtualmente empregados em alguns dos casos acima.

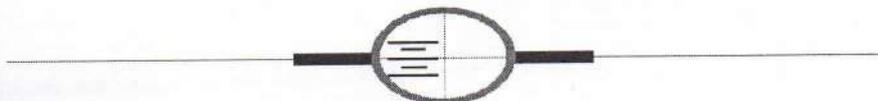
Contudo, o período de paz aparente que ora experimentamos tem conduzido alguns governos a repensarem suas estratégias e seus respectivos meios deterrentes, após o término da guerra fria. Assim, tal qual no caso norte-americano, a conversão de 4 de seus SSBN TRIDENT em versáteis meios lançadores de mísseis de cruzeiro de alta acuracidade, como os TOMAHAWK TLAM-D, pode ser considerada oportuna e adequada, dadas todas as condicionantes apontadas. Entretanto, o emprego de meios de porte superdimensionado como os TRIDENT OHIO e VANGUARD na execução de tarefas secundárias, tais como lançamento de agentes, reconhecimento e inteligência ou

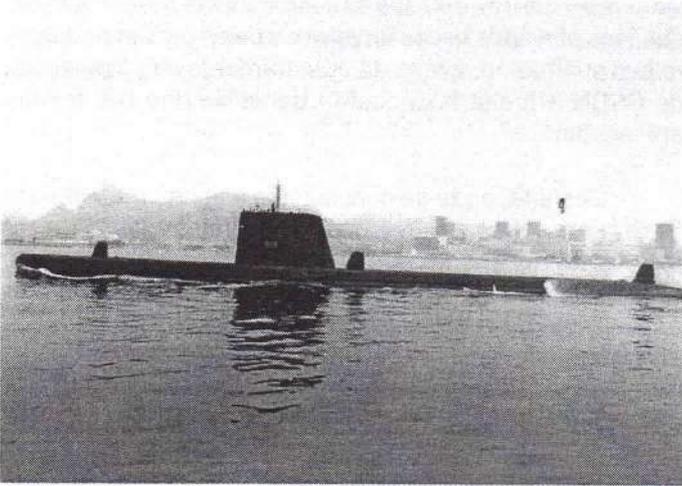
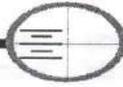
coleta de dados hidrográficos, a serem conduzidas em ambientes litorâneos hostis, parece inadequada face à vulnerabilidade às defesas anti-submarinas costeiras inimigas, aos elevados riscos envolvidos pelas proximidades do relevo submarino, à falta de adestramento das tripulações de SSBN e à alta taxa custo / benefício que tais tarefas apresentam.

Destarte, pode-se concluir que o aprimoramento dos SSBN para outras missões que não as deterrentes deve ser repensado com muito critério e objetividade, sob a pena de se expor ao risco desnecessário um dispendioso, complexo e formidável submarino, dotado de numerosa lotação, o que acarretaria inexoravelmente um grave incidente diplomático, e, secundariamente, um potencial desastre ecológico no litoral adverso.

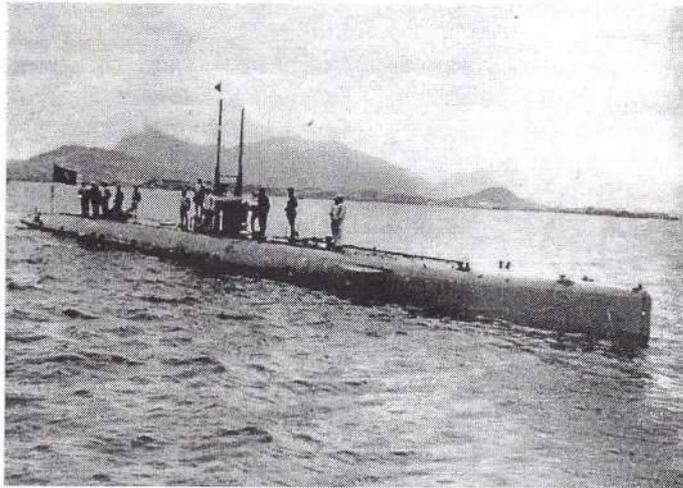
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleksin, Valery.** *Russia Needs a Strong Navy.* Proceedings, Annapolis, dezembro, 1998.
- Cobbold, Richard.** *UK Defense Review Sets Out the Plan.* Proceedings, Annapolis, outubro, 1998.
- Courter, Jim.** *The Boomer Reborn.* Proceedings, Annapolis, novembro, 1997.
- Downing, John.** *China's Naval Modernisation.* Jane's Navy International, abril, 1998.
- Fages, Malcolm.** *Foward...From Under the Sea.* Undersea Warfare, 1998.
- Hervey, John.** *Submarines,* Volume Seven, 1994.
- Miller & Jordan.** *Modern Submarine Warfare,* 1987.
- Patton, James H.** *Trident Can Fire More than Nukes.* Proceedings, Annapolis, agosto, 1998.

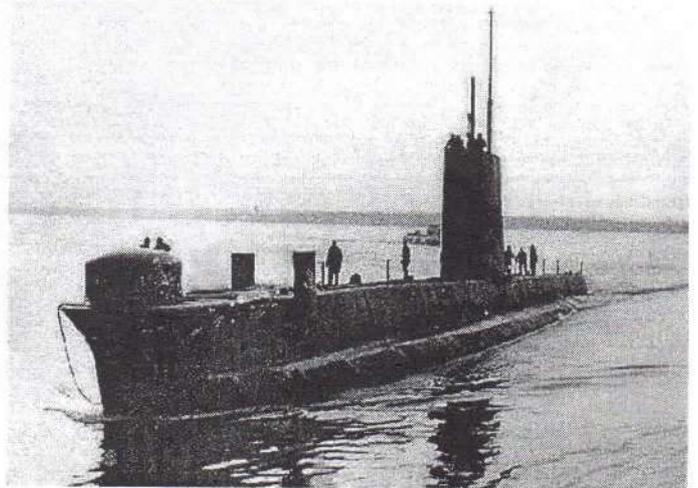




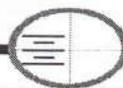
S. AMAZONAS (S-16) Classe Guppy III



Submarino F1



S. HUMAITA (S-20) Classe Oberon





"SÓ RESTA UM MINUTO"

Autor: Sara Jameson

Contribuição: Capitão-de-Corveta Cláudio Viola

"O mergulho que começou como aventura de pai e filho transformou-se de repente numa apavorante contagem regressiva."

David Meistrell, de 17 anos, pendurou uma bolsa de malha de um metro de comprimento no cinto de sua roupa preta de mergulhador. Em volta do barco levemente oscilante, a Baía de Santa Mônica, na Califórnia, reluzia sob uma lua quase cheia.

– Vamos lá, papai! Vamos pegar mais lagostas – disse David, com um sorriso.

Joe Meistrell, 49 anos, sorriu de volta para seu único filho. Como biólogo marinho, há 25 anos mergulhava rotineiramente nessas águas. Também ele estava animado com a idéia de outro mergulho de 27 metros de profundidade até o "Avalon", barco a vapor que naufragara numa tempestade 30 anos antes. No primeiro mergulho, tinham tirado três lagostas do casco de nove metros.

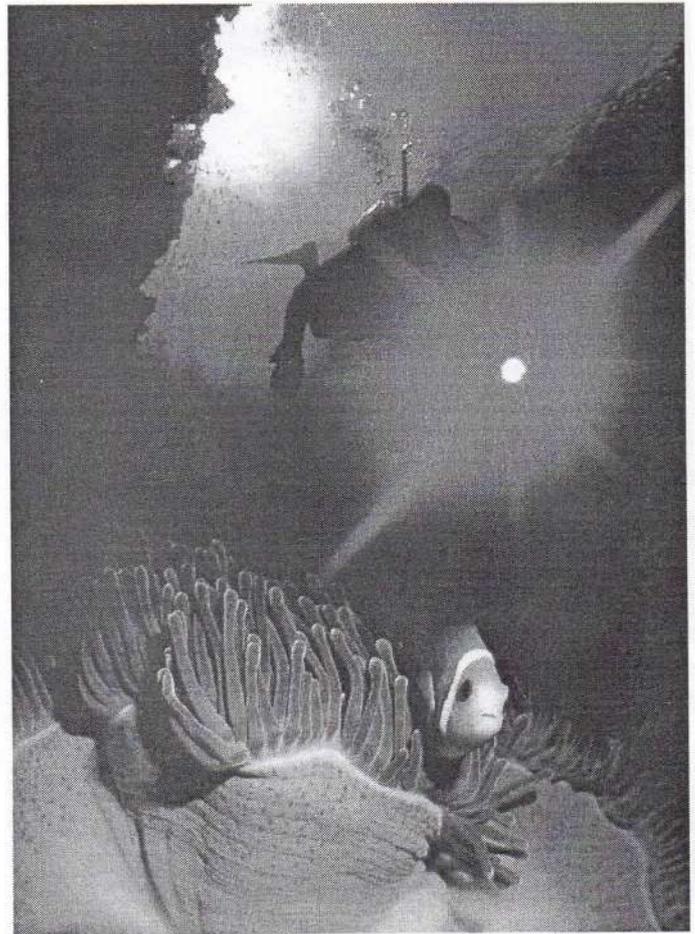
Quando se preparavam para o segundo mergulho, naquela noite de 6 de outubro de 1995, Joe lembrou-se de uma antiga foto na qual David aparecia numa piscina para crianças usando equipamento de snorkel e máscara, com uma lagosta de plástico na mão. Já então, o menino só pensava em pescar lagostas. Aos 14 anos, era um mergulhador experiente.

Joe verificou o cilindro de ar comprimido de David.

– Está bem, pode ir – disse. – Mas não desapareça.

David respondeu com um aceno e escorregou pela borda para dentro d'água. Joe foi logo atrás.

Apenas uma linha luminosa de bolhas e o brilho da lâmpada presa ao cilindro de David indicavam sua descida para o fundo lamacento. A 23 metros de profundidade, ele parou de descer e seguiu em frente, com poderosos impulsos das nadadeiras, desaparecendo na escuridão. Joe nadou com força para alcançá-lo. Lá embaixo, difusamente as ruínas retorcidas do "Avalon" começaram a aparecer. (FIG. 1)



Antes, ainda no barco, Joe prevenira o filho de que só deveriam permanecer 18 minutos no fundo. Embora o ar dos cilindros desse para mais, Joe preferiu ser cauteloso sobre o tempo em que deveriam ficar expostos à mistura de nitrogênio e oxigênio dos cilindros. No primeiro mergulho tinham ficado 33 minutos.

Um pequeno computador preso a um tubo de Joe calculava quanto faltava para que seus corpos se saturassem de nitrogênio. A telinha de duas polegadas avisaria se



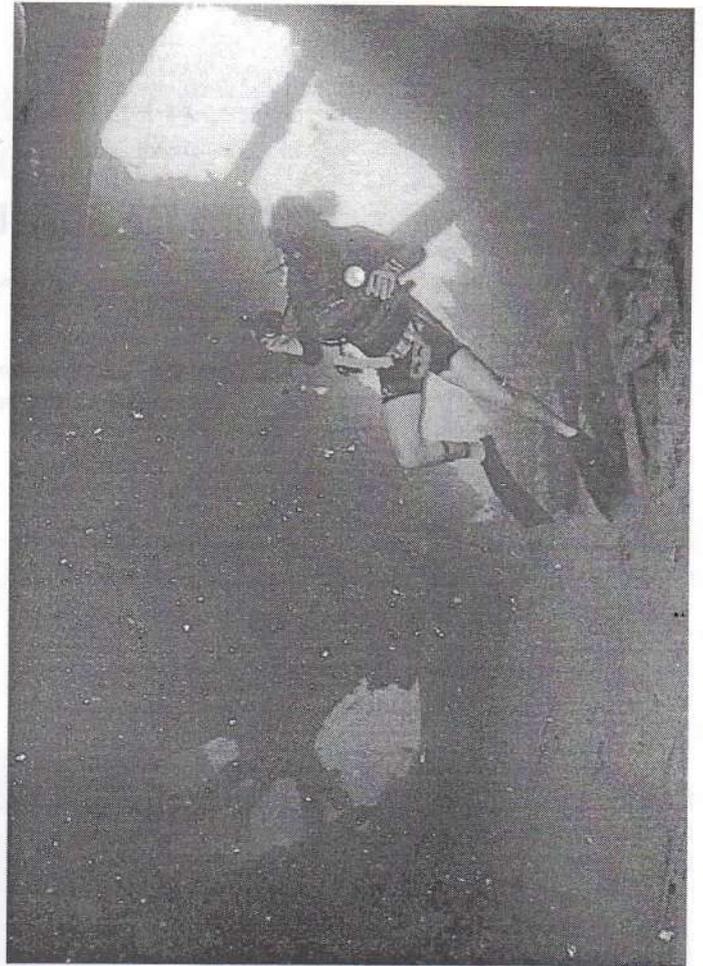
houvesse necessidade de uma parada para descompressão, a sete metros, antes de voltar à superfície, para evitar o "mal-dos-mergulhadores", estado doloroso e potencialmente fatal no qual bolhas de nitrogênio se formam na corrente sanguínea e nos tecidos. Subir rápido demais também pode levar à morte por ruptura dos pulmões.

Nadaram dez minutos sobre os destroços enferrujados. Depois examinaram a proa quase intacta, apontando as lanternas de mão, através de buracos irregulares de 15 centímetros abertos pela corrosão no grosso metal do lado esquerdo. Lá dentro, lagostas nadavam em fuga, assustadas com a luz repentina. A pesca ia ser excelente. (FIG. 2)



Mas quando Joe olhou para a altura do seu pé esquerdo, onde o filho estivera pouco antes, David havia desaparecido. *Onde se meteu?* pensou.

David supôs que o pai o vira seguir uma lagosta para dentro de uma abertura de 45 centímetros de diâmetro no casco, onde a proa se enterrava no chão. O rapaz conseguira atravessar uma angulosa passagem num espaço apertado de cerca de oito metros de largura, atravancado de vigas, pedaços de ferro enferrujado e anteparas caídas. (FIG. 3)



Agarrou uma lagosta, com cuidado para que os longos espinhos não lhe furassem as luvas. Virando-se no estreito espaço, esgueirou-se de volta para abertura. Ia entregar a lagosta ao pai e voltar às pressas em busca de outras.

Uma fina suspensão de lama em redemoinho, diante da luz da lanterna de Joe enquanto ele inspecionava o buraco de 45 centímetros. *Teria David entrado ali atrás de uma lagosta?*, indagou-se. *O buraco parece terrivelmente apertado. Talvez ele tenha ido para o outro lado.*

Nadou alguns metros para a esquerda e olhou pela proa para o vasto convés que se perdia na escuridão lamacenta. Não viu David. Sentiu um calafrio. *Não se preocupe*, disse para si próprio. Não pode estar muito longe.

De repente, a mão do rapaz projetou-se do buraco segurando uma agitada lagosta. *Graças a Deus*, pensou Joe, com um suspiro de alívio. Agarrou a lagosta e enfiou-a na bolsa, certo de que David o seguiria. Em vez disso, o filho desapareceu novamente. Joe iluminou o buraco com a lanterna, mas tudo que viu foi água lodosa.



Estavam no fundo há 13 minutos.

Saia daí. Murmurou Joe para si mesmo. *Temos que ir.*

Mas David não reapareceu. Passaram-se mais dois minutos.

Devo procurá-lo?, pensou Joe. Felizmente tinha feito David usar o novo cilindro de 80 pés cúbicos. O rapaz consumia ar rapidamente, sobretudo quando excitado. Seu próprio cilindro, mais velho, de 72 pés cúbicos, não era igual ao de David: tinha um dispositivo que avisava quando o ar estava acabando.

Outro minuto decorreu. *David teria ficado preso lá dentro?*, pensou Joe. *Seria melhor dar uma olhada.* Mas quando começou a espremer-se para dentro do buraco, o cilindro de ar ficou preso. (FIG. 4)



Por mais força que fizesse, Joe não conseguia se soltar. Logo começou a ofegar, aspirando vigorosamente no regulador pra tomar fôlego, enquanto lutava. O ar começou a faltar.

Ainda preso na abertura, estendeu a mão sobre o ombro esquerdo e puxou uma válvula pra liberar as últimas 450 libras de ar. Ficou mais fácil respirar, mas Joe sabia que só com muita sorte o ar iria além de sete minutos.

Com grande impulso, libertou-se e saiu. Tremia do esforço, suando apesar da água fria. Nunca se sentira tão só. A pergunta que tentara evitar persistia. *E se o ar acabar e David não tiver aparecido?*

Poucos meses antes, um mergulhador de 14 anos explorava com o pai um navio naufragado nas proximidades

e os dois afogaram quando o ar acabou. *Deus, por favor, tire David de onde ele estiver.*

Sabia, no fundo do coração, que esperaria o tempo que fosse necessário. Mesmo que o ar acabasse, nunca sairia dali com o filho.

Animado com a lagosta, David voltara para continuar pescando. Duas outras fugiram à sua direita, cegando-o com uma nuvem de ferrugem. Desorientado, girou levantando mais ferrugem e sedimento.

É melhor dar o fora daqui, pensou, virando-se para o lugar onde imaginava estar a saída. Mas não a encontrou. Tateou com a mão uma superfície sólida. *O casco? O convés?* Apavorado, largou a sacola onde guardava as lagostas e nadou mais rápido. Bateu numa quina, atingindo um cano com a cabeça, ainda incapaz de encontrar a saída.

Talvez eu ache outra abertura, pensou. Nadou na direção que supôs fosse para cima. De repente estava com a cabeça num bolsão de ar triangular 60 centímetros de largura formado pelas bolhas que ele exalava sob a ponta da proa.

Examinou o manômetro – instrumento que mede a pressão. Apenas 500 libras. Não duraria mais de três minutos se continuasse respirando tão depressa.

Desprendeu a peça da boca e sorveu um trago do ar preso. Apesar do alto nível de gás carbônico, ainda havia um pouco de oxigênio. Respirá-lo economizaria o que estava no tanque. *De qualquer maneira, prefiro morrer respirando gás carbônico a morrer engolindo água*, pensou.

Começou a gritar.

– Papai, me ajude! Não consigo sair. Não me deixe morrer!

Preocupado com a demora do filho, Joe deixou de lado a abertura e nadou para cima, seguindo a parede quase vertical do navio. Subitamente, ouviu os gritos de David. O alívio impediu que ele se surpreendesse com a clareza das palavras. Geralmente a água abafa os sons. Pouco lhe importava. O filho estava vivo!

– Joe espiou por um buraco de 15 centímetros no metal, explorando com a lanterna as águas turvas, viu o reflexo de algo brilhante e reconheceu o traje de mergulhador de David, a meio metro de distância. Apenas uns 30 centímetros de aço do convés os separava, mas era como se fosse um quilômetro.

– Desça! – gritou Joe fora do regulador, as palavras modificando-se na água. Viu o filho voltar-se para ele. Enfi-



ando a mão no buraco, Joe mostrou a abertura. Quando olhou de novo, David tinha desaparecido.

Dirigiu-se, então, às pressas para a abertura, procurando sinais de movimento. Nada. *Não entre em pânico, David* pensou. O manômetro de Joe caiu pra menos de 200 libras – talvez desse para dois minutos.

David bateu entre as vigas do navio, o pulso disparado. Segundos transcorreram. *Estou na direção certa?*, indagou-se. O medo dava-lhe câibras.

Desesperado, voltou com dificuldade para o bolsão de ar, livrou-se do regulador e respirou com esforço o ar viciado e metálico.

– Socorro, papai? Estou preso! Não me abandone! Não quero morrer!

Depois de esperar o que lhe pareceu uma eternidade para entrar, Joe prendeu a lanterna numa fenda para orientar o filho. *Quase não brilha na água turva, pensou. Mas o jeito é tentar.*

Em seguida, voltou para o casco guiando-se pelo tato no metal áspero até chegar ao buraco menor. Ouviu os gritos de David, estendendo a mão, tocou-lhe o pulso. Fitou demoradamente os olhos azuis do filho, esperando que ele compreendesse.

Meteu o braço pelo buraco e apontou outra vez a abertura. Sentiu o filho agarrar-lhe firmemente o braço, e apalpar até a ponta dos dedos. Finalmente David soltou-se. *Isto!*, pensou Joe, enquanto o ar voltava com força do regulador e o manômetro caía para zero. *Se David não achar a abertura agora, com certeza morreremos.*

Joe nadou até o buraco. Aguardou ajoelhado junto à luz da lanterna, o coração marcando os segundos, esforçou-se para inalar, porém não conseguiu mais ar. As últimas bolhas escaparam do regulador.

Mordeu com força a borracha, evitando ofegar por reflexo. O coração marcava o tempo, Quatro..., cinco..., seis...

David movia-se aos trancos, cegamente, apalpando uma borda suspensa, viu à frente um fraco brilho: era a abertura. *Papai está ali!*

Tremendo de alívio, começou a espremer o corpo pela passagem. O cilindro produziu um barulho e ele parou, o cilindro firmemente preso. Fez um esforço violento.

– Papai, me puxe! – gritou.

Perto do buraco, prendendo a respiração, Joe olhou. *Será que alguma coisa se mexeu? É o David!*

Estendeu a mão, mas o rapaz parara de se esforçar.

– Não pare agora! – gritou Joe, com os dentes cerrados. Adiantou-se, agarrando a correia do ombro de David, e deu um puxão. O metal arrastou-se, prendeu-se, depois se soltou. David pulou em seus braços.

Apertando o filho contra o peito, Joe desafivelou os pesados cintos e livrou-se deles. Apoiando-se no chão para impedir firmemente com as pernas, e agitando freneticamente as nadadeiras, partiu para a superfície segurando o filho.

Os pulmões de Joe clamavam por ar, e seu computador de mergulho alertava: *suba devagar*. Ele, porém, ignorou o aviso. Era caso de vida ou morte.

Ao subirem rapidamente, a pressão do mar caiu. Mais pressurizado do que a água em redor, o cilindro de Joe soltou um último suspiro. Com esse sopro final, ele reviveu. Dando um impulso, expirou com força para evitar que a rápida queda de pressão causasse a ruptura dos pulmões.

Pai e filho emergiram ruidosamente no ar noturno, livraram-se dos reguladores e fartaram-se de oxigênio. Depois de respirar profundamente três vezes, Joe arrancou a máscara de David e examinou-lhe o rosto à procura do sangue espumoso que indica pulmões rompidos. Tudo que viu foram lágrimas de alegria iguais às suas.

Mais tarde, naquela mesma noite David começou a sentir dolorosas pontadas no cotovelo e no tornozelo – sintomas do mal-dos-mergulhadores. No Long Beach Memorial Hospital, ali perto, pai e filho submeteram-se a tratamento com oxigênio em câmaras hiperbáricas. As dores de David desapareceram rapidamente, quando as bolhas de nitrogênio se dissiparam nos tecidos. O pai nunca apresentou sintoma algum.

Joe Meistrell sabia que tinham sobrevivido por milagre. O filho aprendeu algo mais. Duas semanas depois, na faculdade, David escreveu: “Só estou vivo porque meu pai se dispôs a sacrificar-se. Ele me ajudou a compreender que o mais importante na vida são aqueles que amamos.”



CONSTRUÇÃO DE SUBMARINOS NO BRASIL – UM ALERTA E UMA PROPOSIÇÃO –

O Submarino é o meio capital para o cumprimento da tarefa de negação do uso do mar; a sua simples existência impõe, "per se", severas limitações ao planejamento de qualquer adversário e, quando presente na cena de ação, comanda os acontecimentos.

(do livro "Marinha do Brasil - Poder Naval")

Contra-Almirante C. E. Raffo Jr.



Exercício de lançamento de torpedo de combate

1. INTRODUÇÃO

A experiência adquirida no acompanhamento da construção e no recebimento dos três submarinos classe "Humaitá" (Oberon Type 22), na Inglaterra, durante os anos sessenta, permitiu que se ousasse o passo maior de construir esses meios navais no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), a partir de um projeto estrangeiro, comprovadamente testado.

Durante toda a década de setenta, foram detalhada e exaustivamente estudadas propostas de vários países, detentores da tecnologia e capacidade para a fabricação de submarinos. Visitas foram feitas aos diversos estaleiros construtores e levadas a efeito cautelosas discussões técnicas e financeiras com as partes interessadas em nos fornecer um projeto de submarino convencional, para construção em nosso país.

No início da década de oitenta, por força de compromissos econômico-financeiros assumidos pelo Governo Federal, a escolha se concentrou nos dois estaleiros alemães que construíam submarinos: **Thyssen Nordseewerke GMBH** e **Howaldtswerke-Deutsche Werft (HDW)**. Na verdade, à época, todos os estudos levavam para uma solução que ora pendia para a Itália, ora para a Alemanha Ocidental. No entanto, os compromissos acima mencionados traziam

em si melhores facilidades de financiamento que os italianos poderiam oferecer.

Desta forma, em meados de 1982, constituiu-se uma comissão formada por Oficiais de reconhecida experiência técnica-profissional, a qual visitou aqueles dois estaleiros teutos, com o propósito de, ao seu regresso, apresentar ao Ministro da Marinha uma sugestão do melhor estaleiro alemão com o qual nos associaríamos, para a construção de dois submarinos: um na Alemanha e outro no Brasil.



S. TUPI, o primeiro da classe, e único construído fora do Brasil.



A decisão ministerial foi incontinentemente ao sugerido pela comissão e, logo em agosto do mesmo ano, iniciaram-se as conversações contratuais com os representantes do Consórcio Ferrostaal, "holding" onde se incluía o estaleiro HDW, líder da construção em si. Em dezembro, ainda daquele ano, após difíceis negociações, foi assinado o contrato comercial e em meados de 1984, com a execução do "down payment", entrou em vigor a parceria Ferrostaal-MB para a construção de um submarino tipo 209, de 1400 toneladas, no estaleiro alemão ("Boat Contract") e o fornecimento do material necessário para a construção de outro igual no AMRJ ("Package Contract").

O ano de 1985 testemunhou, por decisão ministerial, a assinatura de uma extensão contratual para fornecimento, pelo Consórcio alemão, de pacotes de material para construção no Brasil de mais dois submarinos da mesma classe ("Package II").

Hoje, decorridos quinze anos a partir de 1984, já estão em operação os quatro submarinos mencionados (TUPI, TAMOIO, TIMBIRA e TAPAJÓ) e o Brasil, mais especificamente a MB e a engenharia naval brasileira, incluiu-se no restrito grupo de países construtores de submarinos, sendo o primeiro do hemisfério sul a conseguir tal feito.



S.Tamoio. Pioneirismo na construção de submarinos no hemisfério sul.

Desde logo, verificou-se que os investimentos feitos pela MB e também por órgãos industriais públicos e privados envolvidos na construção dos submarinos obrigavam que não houvesse solução de continuidade do programa em andamento, sob o risco de se desmobilizar pessoal e material, de forma inaceitável.

Assim, entendendo perfeitamente o risco, principalmente dentro das condicionantes econômico-financeiras, a

Alta Administração Naval decidiu, corajosa e profissionalmente, adquirir mais um pacote de material para construção de um quinto submarino no Brasil, a partir de 1995, o qual será batizado de TIKUNA, dando continuidade ao programa de construção de submarinos em nosso país.

2. O SUBMARINO TIKUNA

Como resultado da experiência adquirida na construção e operação dos quatro primeiros submarinos da classe, ao negociar contratualmente o quinto submarino, foram propostas pela MB e aceitas pelo estaleiro líder alemão significativas alterações de configuração interna, modernizações de equipamentos e procedimentos de construção.

Desta forma, dizer que o S. TIKUNA é um submarino da classe Tupi, modificado, é uma afirmativa falaciosa, pois desde o aspecto externo, que é similar, mas não idêntico, até o arranjo interno e os principais equipamentos e sistemas, é completamente diferente dos quatro submarinos anteriores.

Na prática, o S. TIKUNA é uma nova classe de submarino, constituída de uma só unidade. Não é difícil visualizar-se o grau de dificuldade logística para se manter um meio naval único, além de que apresentará uma razão custo-benefício de valor muito alto, em face das diferenças existentes com os quatro anteriores da classe Tupi.

O submarino em questão terá sua última seção entregue pela NUCLEP ao AMRJ até o final do ano de 1999, ficando aquela primeira companhia estatal, se não houver alguma opção ou intenção da MB para construção de mais submarinos, na difícil situação de ter que se desmobilizar por falta do que fazer com a sua linha de calandragem e soldagem de seções de submarinos.

Por outro lado, a programação do AMRJ é de lançar o S. TIKUNA em fins de 2002 e, após os testes de aceitação de porto e mar ("HAT/SAT"), com duração aproximada de um ano (fins de 2003), entregar o submarino ao setor operativo. Assim, antes mesmo de 2002, iniciar-se-á a desmobilização da mão-de-obra do Arsenal, o que atingirá a sua totalidade quando o submarino for entregue à Força de Submarinos. Não havendo mais opções de construção, dificilmente a Marinha poderá optar por manter em ociosidade as pessoas e as instalações existentes, comprometendo, assim, qualquer retomada do programa de construção, "a posteriori".

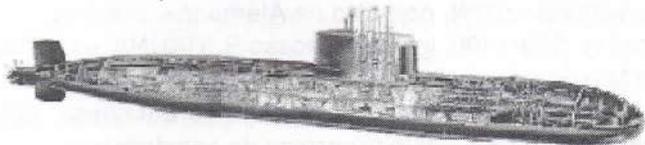
É preciso estatuir de forma bem clara que a experiência já demonstrou a otimização do tempo de construção de um submarino no Brasil em oito anos, considerando-se desde o início de trabalho nas chapas até a entrega ao setor

operativo do meio pronto. Ressalte-se que o trabalho de projetar é anterior, o que só será computado para um novo submarino.

3. A CONTINUIDADE DO PROGRAMA

Concretamente, no momento atual, o S. TIKUNA é a única unidade em construção e, oficialmente, não há nada mais contratado para dar prosseguimento ao programa de submarinos, o qual, como já foi dito, vem se constituindo em sucesso reconhecido internacionalmente.

Sabe-se, no entanto, que se espera dar continuidade ao referido programa com a construção de dois submarinos convencionais de projeto totalmente brasileiro, de tamanho e tonelagem similares aos da classe Tupi e ao S. TIKUNA. Dentro da estrutura orgânica do setor de Material, esse projeto está entregue ao Centro de Projetos de Navios (CPN), o qual espera estar com os estudos de exequibilidade do novo submarino prontificados até julho de 1999. Após o término desses estudos e a emissão dos documentos oficiais pertinentes, será iniciado o Projeto de Concepção, o qual requer um grupo de cerca de 20 pessoas e se desenvolve, em média, num período de um ano, considerando-se a complexidade do projeto de um submarino. Isto, transformado em dados cronológicos, nos leva a julho de 2000, com o fim da Fase de Concepção.



Submarino totalmente nacional: do Projeto à Construção há um longo caminho a ser percorrido.

Inicia-se, então, a Fase do Projeto Preliminar, que é desenvolvida em tantos ciclos quantos forem necessários para a convergência dos cálculos. Dobra-se o número de pessoas envolvidas, despende-se mais um ano de trabalho e ao final da Fase são promulgados os devidos documentos de alto nível, chegando-se assim a julho de 2001.

Segue-se a Fase do Projeto de Contrato, o que vai requerer uma equipe de cerca de 60 pessoas trabalhando, em termos ótimos, por 12 a 18 meses, o que nos leva a dezembro de 2002, na melhor hipótese.

Somente a partir daí vai ter início a Fase de Construção, com a elaboração do projeto de construção pelo estaleiro selecionado, logo após a assinatura do contrato, e termina com a incorporação do meio, após a aceitação contratual.

Não é aceitável que se considere esse ponto do cronograma como aquele em que o AMRJ dá partida na construção, em instalações da NUCLEP. Pode-se, com segurança profissional, colocar-se mais um ano até que efetivamente a construção seja iniciada. Não deve ser esquecido que é um novo meio e, no raciocínio até agora desenvolvido, consideraram-se prontas a execução e emissão dos documentos de alto nível, relatórios, estudos, etc., a totalidade do pessoal necessário e os recursos materiais prontamente disponíveis.

Aceitas todas essas otimizações, iniciou-se o projeto no segundo semestre de 1998 e a construção, em termos práticos, deu partida em 2003 (primeiro semestre) e, com mais oito anos pela frente, a entrega do primeiro submarino convencional totalmente brasileiro será em 2011. Nesse caso, considerando-se que em apenas cinco anos saiu-se do nível zero e chegou-se a um projeto pronto para ser construído, **isto é EXCELENTE**, pois, normalmente um projeto de um submarino novo leva de oito a dez anos para ser iniciada a construção, como podemos testemunhar nos estaleiros da Vickers (Inglaterra) e nos escritórios da IKL (Alemanha).

Esta cronologia, totalmente otimizada, como já foi demonstrado, deixa a NUCLEP desmobilizada de dezembro de 1999 a dezembro de 2003 e o AMRJ (construção) gradualmente desmobilizado de dezembro de 2002 a meados de 2005, quando seu esforço volta a ser total com a chegada de todas as seções produzidas na NUCLEP, para o primeiro submarino convencional brasileiro.

Em que pese o grau de competência adquirido pelo conjunto AMRJ, NUCLEP, CETM, CAM e Organizações Externas na construção de submarinos no Brasil, não há como evitar-se um "gap" no desenvolvimento do programa, a não ser que algo seja feito para absorver a inevitável ociosidade de pessoal e material.

4. CONSIDERAÇÕES ECONÔMICO-FINANCEIRAS

Em tempos recentes, os recursos orçamentários destinados às Forças Armadas brasileiras têm sido bastante reduzidos, e não se pode antever que a curto prazo essa situação possa ser revertida.

Por outro lado, a MB tem conseguido sucesso em obter junto ao Poder Executivo e ao Senado Federal autorizações para captar empréstimos no exterior, no sentido de manter vivo o seu programa de reaparelhamento de meios. É fato notório que a Marinha honra seus compromissos pontualmente, o que lhe granjeia uma confiabilidade muito grande entre seus credores.

É preciso também considerar-se que, mesmo captando recursos de financiamento, o desembolso dos "down



payments" contratuais, em moeda forte, vem de recursos próprios, orçamento ou Fundo Naval, normalmente este último, concorrendo para a sua descapitalização.

Importa destacar que em tempos de crise econômica, com fortes cortes orçamentários, será muito difícil, senão quase impossível, alocar recursos de certa monta para que o CPN dê andamento às etapas ou fases de desenvolvimento do projeto do submarino convencional brasileiro, como mencionado e analisado no item 3, ameaçando a continuidade do programa.

O contrato de fornecimento de material para construção do S. TIKUNA estabelece que, se a MB optar favoravelmente, num prazo de três anos a partir da data de eficácia, por mais um pacote de material, o Consórcio se compromete a fornecê-lo em igualdade de condições do primeiro. Apesar dos três anos mencionados terem se esgotado em outubro de 1998 e por ter o Consórcio Ferrostaal visualizado a descontinuidade que pode ocorrer no programa de construção de submarinos, aquele obteve junto aos subcontratados do estaleiro HDW a garantia de continuar honrando o mesmo compromisso por mais um período a ser negociado, em idênticas condições financeiras do contrato original do S. TIKUNA. Além disso, no preço desse novo pacote de material não estariam mais incluídos os custos de reprojeto, treinamento, licença de construção, documentação e outros, o que redundaria em razoável redução de custos. Esse assunto já foi levado ao conhecimento do Ministro da Marinha, em novembro de 1998, pelo representante da Ferrostaal do Brasil, além do que confirmou junto àquela Autoridade Naval a disponibilidade de financiamento, nos mesmos moldes dos anteriores, com parcelamento do "down payment".



S. Timbira saindo para mais uma Comissão. A continuidade de um programa de sucesso.

Esta nova moldura apresentada, em termos de recursos financiados, pode vir a garantir a continuidade do programa de construção e, se bem negociado, talvez também obter mais recursos para custear assessoria no desenvolvimento do projeto nacional. Isso quer dizer que se poderia garantir, pelo menos em parte, recursos para a total exeqüibilidade do programa - **não desmobilizar e dar continuidade** -, garantindo-se que a assessoria técnica para o projeto do submarino convencional brasileiro seja apenas qualitativa, sem nenhuma vinculação com os equipamentos e sistemas que possam ser escolhidos para aquele submarino, no que prevalece a nossa independência no projeto.

A garantia de recursos financiados, com "down payment" parcelado dentro do período de carência do financiamento, aliada à alta credibilidade da MB junto aos seus credores e também a confiabilidade que lhe é merecida pelo Poder Executivo e pelo Senado Federal, fruto da correção com que sempre geriu seus dinheiros, abre uma possibilidade real de obtenção de recursos, extra-orçamentários, para se dar continuidade ao programa de construção de submarinos.

Cabe aqui destacar, com ênfase, que, recentemente, o Governo da África do Sul decidiu mandar construir no estaleiro HDW, portanto na Alemanha, três submarinos IKL-209-1400, iguais ao nosso S. TIKUNA, exigência da Marinha daquele país, após terem seus representantes vindo duas vezes ao Brasil para verem nossos submarinos e o respectivo programa de construção.

Este fato reveste-se de fundamental importância porque significa o fornecimento ao estaleiro construtor dos materiais para três submarinos, o que aliado a mais um para a MB, se for o caso, resultará em substancial redução de preço, fruto da economia de escala.

5. SUBMARINOS NA ESTRATÉGIA NAVAL BRASILEIRA

Este trabalho já apresenta, em epígrafe, um texto extraído do livro "Marinha do Brasil – Poder Naval". Doutrinariamente, a MB não abre mão de cumprir ou exercer as quatro tarefas básicas inerentes ao Poder Naval. Uma dessas tarefas é a **Negação do uso do mar**, para a qual o submarino é o meio capital para cumpri-la, seja convencional ou nuclear.



Nossos submarinos contribuindo com a tarefa de negar o uso do mar ao inimigo.

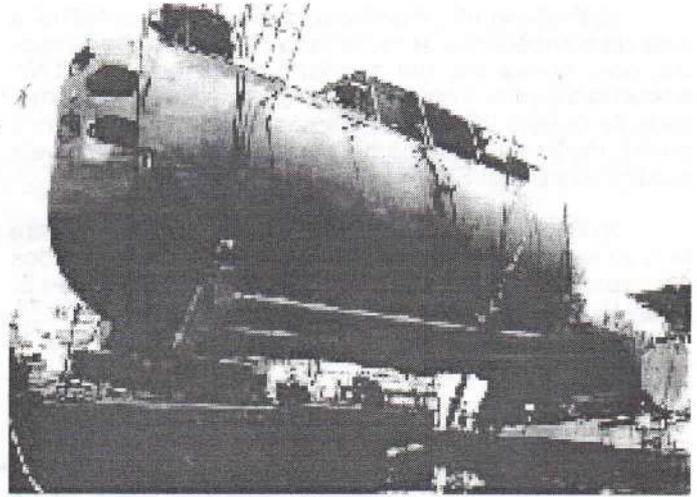
A referida tarefa básica, talvez um pouco diferente das outras três, é cumprida integralmente em tempos de paz ou de guerra; no primeiro caso, contribui permanentemente para a dissuasão estratégica e no segundo, além de dissuadir, busca a eliminação do adversário que resolver usar as mesmas águas. Fundamentalmente, a diferença de emprego é que, no segundo caso, o armamento real é utilizado contra o inimigo. De resto, toda a doutrina de procedimentos é a mesma.

O nosso Programa de Reparcelamento prevê um número bem maior de submarinos do que o atualmente existente, em face da nossa área de interesse e responsabilidade no Atlântico Sul. O Programa de Construção de Submarinos no Brasil é uma realidade e não deve ser interrompido, pois vem ao encontro das necessidades estratégicas da MB, o que consta de todos os documentos de alto nível.

Essa rápida menção à estratégia é para que não se desassociem as duas faces do mesmo quadro: material e emprego dos meios. Se por um lado seria inaceitável a desmobilização dos investimentos já efetuados (pessoal e material), por outro, não estaríamos cumprindo uma tarefa básica a qual doutrinariamente não abrimos mão.

6. CONCLUSÃO

É inegável que existe um "gap" de cinco a seis anos, no mínimo, entre o término da construção do S. TIKUNA e o início da construção do primeiro submarino convencional de projeto brasileiro. É, portanto, difícil visualizar que esse "gap" possa ser administrado sem ociosidade de mão-de-obra e não utilização da capacidade instalada de construção.



Construção dos submarinos Timbira e Tapajó no AMRJ. A capacitação adquirida ao longo de mais de dez anos corre o risco de sofrer rápida desmobilização, caso não ocorra nova encomenda até 2002.

Desta forma, é grande o risco que se corre de desmobilizar (pessoal e material) todo o sistema já montado, com prejuízos inevitáveis e, normalmente, de alto custo de remobilização. A prática tem mostrado que, em termos de pessoal, após desmobilizar, o retorno é, no máximo de 10%, perdendo-se assim quase a totalidade dos investimentos em cursos, treinamentos, visitas e viagens ao exterior, práticas de trabalho, etc.

Para se evitar que ocorra o indesejável, urge pensar-se em evitar a solução de continuidade do programa de construção de submarinos no Brasil, preenchendo o referido "gap" com a obra de um sexto submarino, igual ao S. TIKUNA, mantendo o sistema em funcionamento, evitando operar um submarino de classe única, não prejudicando a continuidade do projeto do submarino convencional brasileiro (duas unidades) e dando credibilidade à estratégia naval brasileira.

Havendo a disponibilidade de financiamento externo, poderá ser negociado, em termos vantajosos, um contrato para fornecimento de um pacote de material para construção, no Brasil, de um submarino idêntico ao S. TIKUNA, atentando-se para os seguintes pontos:

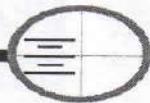
- a) Garantia de fornecimento do mesmo pacote de material;
- b) Redução de custos, eliminando aqueles cobrados para o S. TIKUNA e que não precisam ser novamente incluídos (ex.: reprojeito, documentação, cursos, etc.);
- c) Parcelamento do "down payment", durante o período de carência do financiamento externo, em várias parcelas, de forma que a primeira seja apenas simbólica, garantindo a compra, pelo menos;



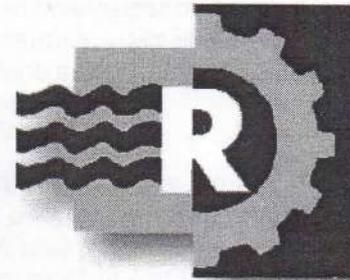
d) Proposição de uma maneira para que o AMRJ, a vista da competência demonstrada na construção de submarinos, possa ser um estaleiro associado ao HDW, direcionando para o nosso estaleiro os reparos dos submarinos de projeto IKL existentes nas Marinhas da América do Sul; incluir-se-ia também a construção de baterias pela Saturnia do Brasil S/A; e

e) Redução do custo total do pacote de material em face da redução de preços exercida pelos subcontratados por causa da encomenda de três submarinos iguais ao S. TIKUNA, colocada pela Marinha da África do Sul.

Em conclusão, é fundamental que não permitamos que o Programa de Construção de Submarinos no Brasil, o qual colocou a nossa Marinha e o nosso país incluídos no seleto grupo de construtores desses meios indispensáveis à estratégia naval de qualquer nação marítima, venha a ser interrompido, com o risco de ser desmobilizado, pois a decisão está em nossas mãos e possuímos a credibilidade político-econômica para granjearmos os necessários recursos externos, sem o comprometimento imediato dos escassos montantes orçamentários.



RICRED



**BERGEN DIESEL
BURMEISTER WEIN
CATERPILLAR
CUMMINS
DAIHATSU
DEUTZ
FAIRBANKS MORSE
GM-DETROIT DIESEL
MAK
MAN
MTU
MWM
PIELSTICK
SULZER
VILARES 8V23 LU
WÄRTSILÄ**



**Engenheiros e Técnicos
especializados
na manutenção e reparo
de motores diesel,
bombas, turbinas e
compressores.
Serviços de usinagem leve**

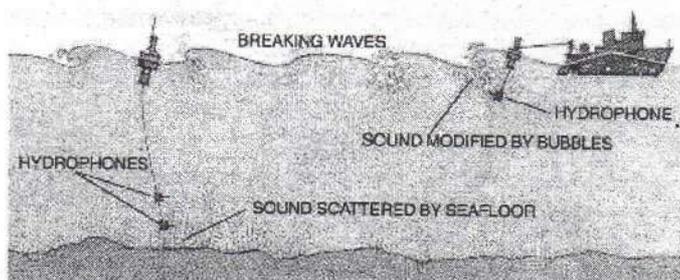
Rua Cel. Joaquim Ramos, 45 Gradim - São Gonçalo - RJ
TEL: (021) 604-4501 / 604-0110 / 604-0550 FAX: (021) 605-7398
C.G.C. 31.232.366/0001-10
e-mail: ricred@cruiser.com.br

DETECÇÃO ABAIXO D'ÁGUA ATRAVÉS DO RUÍDO DE FUNDO

por Michael J. Buckingham, John R. Potter e Chad L. Epifanio.

Contribuição: CC MAURÍCIO PEREIRA FRIEDRICH (ComDiv-2)

Através da técnica chamada de "acoustic-daylight imaging" ou criação de imagens por iluminação acústica natural, os sons no mar podem "iluminar" objetos submersos, e assim criando imagens coloridas que acompanham os movimentos desses objetos sem o "Ping...ggg" do sonar. O som da transmissão do sonar nos é familiar desde os clássicos filmes de guerra submarina tais como "O Barco - Das Boat" e recentemente "Caçada ao Outubro Vermelho". O eco sonar fornece aos submarinistas [e OS] os indícios da presença e posição de um alvo. Ou então pode ser utilizado em escuta passiva do som gerado pelo próprio alvo. Contudo em ambas as técnicas, o ruído ambiente que permeia os oceanos compromete a integridade desses sinais acústicos. A arrebentação das ondas, a passagem de navios, a chuva e também seres marinhos como os ruidosos camarões, todos contribuem para esta cacofonia. Somente é esperado que operadores sonar tenham tradicionalmente considerado o ruído ambiente como um incômodo e desta maneira terem feito grandes esforços para suprimir os efeitos do ruído ambiente. Ainda que esta concepção esteja mudando, de modo que os pesquisadores tenham começado a reconhecer que o ruído em si pode ser útil. O ruído envolve qualquer objeto imerso no oceano; o objeto por sua vez modifica este campo de ruído de uma maneira que depende da forma, da composição e da posição deste objeto. O ruído ambiente tem uma familiar analogia com a ótica: a luz natural do dia na atmosfera. Podemos ver e fotografar objetos à luz do dia porque eles dispersam, refletem e por outro lado modificam a luz no ar. Da mesma maneira o ruído que permeia os oceanos age como uma forma de "luz-do-dia acústica". Recentes experimentos tem mostrado que nós podemos de fato criar imagens de objetos submersos pelo uso de ruído ambiente como fonte de iluminação. Nossos resultados são suficientemente encorajadores para que acreditemos que "acoustic-daylight imaging" ou criação de imagens por iluminação acústica natural poderá provar sua utilidade para vários usos, desde segurança dos portos até detecção de minas submarinas.



RUÍDO AMBIENTE pode também medir as propriedades acústicas do fundo marinho (esquerda) e a quantidade de gás absorvido pelo mar (direita).

Ao certo, no momento as imagens resultantes carecem de apelo estético. A resolução da imagem não se assemelha à conseguida com luz propriamente dita. A acuidade da visão humana origina-se do fato de que a pupila dilatada é 10.000 vezes o tamanho do comprimento de onda da luz visível, possibilitando aos olhos captar um grande número de ondas luminosas. Conseguir uma resolução similar com o som demandaria um receptor impraticavelmente grande de 600 metros de largura. Mas devido a água do mar absorver fortemente a luz e todas as outras formas de radiação eletromagnética, o som tornou-se o melhor - e em muitos casos o único - meio de obter informações sobre as profundidades do oceano.

O interesse da humanidade pelo som nos oceanos remontam a antiguidade. Aristóteles e Plínio, o Moço quiseram saber se os peixes podiam escutar. Pescadores na antiga China localizavam cardumes de peixes usando uma vara de bambu como aparelho de escuta submarina, colocando uma das pontas na água. Leonardo da Vinci mais adiante desenvolveu a idéia, anotando em seus estudos das propriedades da água que "se você parar o seu navio, e colocar uma ponta de um longo tubo n'água e a outra ponta no seu ouvido, você poderá ouvir navios a grandes distâncias de ti".

Era apenas o início do século 20 quando inventores modelaram o primeiro sistema sônico de localização abai-



xo d'água, de modo a se contrapor a ameaça submarina durante a 1ª Guerra Mundial. Tão rudimentares quanto estes preliminares aparelhos possam ter sido, eles formaram a base de todos os sonares subsequentes, o desenvolvimento deles acelerou rapidamente durante a 2ª Guerra Mundial. Sistemas sonar atuais, os quais tem achado amplas aplicações militares, comerciais e científicas, tem evoluído para um alto grau de sofisticação. Até hoje eles operam sob muitos dos mesmos princípios, tais como seus predecessores: eles igualmente transmitem ativamente sons ou recebem passivamente sons produzidos por um alvo.

Em vista da histórica ênfase nas técnicas ativa e passiva, não é surpreendente que a noção de que o ruído pode fornecer um caminho completamente novo de "ver" nos oceanos evoluiu somente recentemente. Em meados dos anos 80 um de nós (Buckingham) reconheceu que a formação visual de imagens tal como é realizada pelos olhos não é nem ativa ou passiva. Isto é o que é para ser dito, os olhos funcionam de uma maneira que difere fundamentalmente dos métodos convencionais de uso da acústica no oceano. Uma vez que esta idéia foi registrada, se tornou natural especular na possibilidade de criação de uma acústica submarina análoga a formação visual de imagens. Num nível prático, "acoustic-daylight imaging" ou criação de imagens por iluminação acústica natural poderá evitar as principais desvantagens das técnicas convencionais de detecção submarina: localização pelo eco inevitavelmente revela a presença do operador, e detecção passiva, tida como completamente oculta, falha com alvos quietos ou silenciosos.

O Primeiro Experimento

Em meados de 1991 conduzimos no Oceano Pacífico o primeiro experimento com "acoustic-daylight imaging" ou criação de imagens por iluminação acústica natural, no Píer de "Scripps" da "Scripps Institution of Oceanography" em "La Jolla, Califórnia". Trabalhando em sua graduação de mestrado em "Scripps" foi um jovem Capitão-Tenente da Marinha Americana, Brodie Berkhout, quem construiu e dispôs o equipamento. O aparelho principal era um receptor acústico na forma de um simples refletor parabólico, de 1,20 metros de diâmetro, com um único hidrofone (microfone submarino) no foco. Deste modo o refletor fazia a função de lente acústica.

O propósito do experimento era responder uma simples pergunta: Pode o nível de ruído percebido num receptor mudar quando um objeto é colocado defronte ao seu "feixe", isto é, ao seu campo de escuta sonora? Um quadro de madeira compensada de 0,90 por 0,77 metros e coberto com borracha de neoprene - um bom refletor e difusor sonoro - serviu de alvo. Nós achamos que para frequências entre

5 e 50 KHz (dentro do alcance produzido pelas ondas da arrebentação, as quais eram geralmente a principal fonte de ruído ambiente do oceano), a intensidade do ruído do brava nominalmente quando o alvo era colocado defronte ao campo de escuta sonora do refletor. Este resultado persistia quando movíamos o alvo de 7 a 12 metros a partir do receptor. Além disso, o alvo refletia muito algumas frequências e absorvia outras, um fenômeno que pode ser interpretado como "cor" acústica. Este desenvolvimento nos sugeriu que poderíamos traduzir a assinatura acústica refletida em coloração ótica de modo a criar imagens por iluminação acústica natural em falsa cor.

Impulsionado por este sucesso, começamos a pensar sobre o próximo passo deste desenvolvimento. O refletor parabólico com um hidrofone no seu foco "olhava" apenas numa direção, correspondendo a apenas um ponto [pixel] da imagem. Para criar um retrato completo, mais pontos eram necessários, o que significa que mais "feixes" receptores são necessários (algo parecido com a composição dos olhos de uma mosca). O ruído em cada feixe receptor poderia então ser convertido à um certo nível de luminosidade num ponto [pixel] do monitor de vídeo, com a intensidade do ruído graduando o brilho. Tal como numa foto de jornal, o contraste entre pontos possibilita aos olhos interpretar o resultado dependendo de quanto maior ou menor seja a granulação da imagem.

Com o sucesso do teste inicial, tornamo-nos convencidos da exequibilidade de realizar genuínas imagens por iluminação acústica natural que pudessem conter 100 ou mais pontos. Em meados de 1992 começamos a projetar umas novas lentes acústicas, que vieram a ser conhecidas como ADONIS - "for Acoustic-Daylight, ambient-Noise Imaging System" ou Sistema de produção de imagens por iluminação através do ruído ambiente acústico natural. Trabalhando em conjunto com a "EDO Acoustics Co." de Salt Lake City, que produziu um conjunto [array] elíptico de 128 hidrofones para o ADONIS, construímos um refletor esférico de 3 metros de diâmetro e colocamos os hidrofones no foco do prato. Este sistema formou um campo total de visada de seis graus (horizontal) por cinco graus (vertical), o qual é cerca de um decimo do campo angular de visada de uma câmera fotográfica típica.

Nós mergulhamos o ADONIS, tal qual um prato de satélite, no fundo do mar pela primeira vez em agosto de 1994. O ADONIS fora disposto sobre uma das plataformas de pesquisa da "Scripps", o R/P ORB, fundeado ao largo de "Point Loma" ao sul da Califórnia. Painéis quadrados (um de cada lado) de lamina de alumínio forradas de borracha de neoprene formavam os alvos a serem imageados. Os painéis eram montados em varias configurações numa armação tipo jogo da velha pousada no fundo do mar. O sedi-



mento do fundo agitado por um mar revolto durante a maior parte do experimento tornou a visibilidade da água extremamente baixa. A ponto de numa ocasião onde a turgidez da água era tão ruim que a mergulhadora Hélène Vervoort bateu fortemente na armação dos alvos.

Um equipamento eletrônico foi colocado dentro de um sino cilíndrico selado e livre da pressão externa, pousado ao longo do mastro de sustentação do prato esférico. Além de outras tarefas de processamento, este equipamento eletrônico, projetado pelo nosso colega Grant B. Deane, podia converter os dados do ruído ambiente adquiridos pelo ADONIS em dados digitalizados. Os dados podiam então ser transmitidos para a superfície e interpretados em tempo real nas imagens de falsa cor na tela de um computador Macintosh desktop [de mesa]. Uma imensa quantidade de tempo e esforço pendiam na balança quando o ADONIS foi lançado ao mar pela primeira vez.

Ver ou Não Ver, eis a Questão?

O ar da silenciosa expectativa que pairava sobre nosso grupo assim que o ADONIS desaparecera abaixo da superfície do oceano fora brevemente dissipada. Não que a princípio proclamara-se o sucesso. Mas sim que imediatamente os medidores que monitoravam diversas fontes de alimentação a bordo do sino apresentaram uma forte indicação de que a água do mar estava entrando nele. Fora o suficiente, quando o ADONIS foi levantado e o sino aberto, a água do mar jorrava dele. Como de ato reflexo, removemos as delicadas placas dos circuitos e mergulhamos elas em água deionizada, entretanto ninguém realmente esperava que elas pudessem ser salvas. Mas com a auxílio de alguns ajudantes, jateamos as placas com álcool, testamos todos os componentes eletrônicos do complexo sistema de 128 canais, recolocando-os apropriadamente e selamos a fenda do sino. Vinte quatro horas depois o ADONIS estava de volta descendo no mar.

Neste momento a tensão no R/P ORB" era notada pela maneira como os mergulhadores faziam suas últimas revisões nos equipamentos de mergulho. Quando os dados começaram a surgir o laboratório tornou-se quieto. Tínhamos colocado três painéis na armação de modo a formar um simples alvo horizontal de um metro de altura por três metros de largura, na distância de 18 metros do ADONIS. Assim que nos ajuntamos na frente do monitor, notamos que uma desbotada forma retangular era visível, quase preenchendo o espaço elíptico da imagem. Estávamos vendo a primeira imagem por iluminação acústica natural.

Em minutos nossa segurança no sistema de imageamento tinha se elevado. Mergulhadores tinham colo-

cado uma fonte sonora no centro do alvo para facilitar o alinhamento do ADONIS com o alvo. Mas a fonte provou ser desnecessária: podíamos ver onde estava o alvo apenas com o ruído ambiente. Então afastamos o alvo de 18 para 38 metros, tão longe quanto pudéssemos ir sem interferir com o tráfego marítimo. Na maior distância, esperávamos que talvez uma pequena degradação em performance, mas surpreendentemente o alvo se tornou mais claro. É claro que a imagem tornou-se menor do que era antes, mas por sua vez, o oceano à sua volta formou um ótimo e contrastante pano de fundo, que fez com que o alvo se destacasse muito. Como estas cruas imagens continuavam a aparecer na tela, renovadas a 30 vezes por segundo, víamos que o sistema de imageamento por iluminação acústica natural funcionava.

Entretanto, ainda havia muito o que fazer neste projeto. Queríamos saber se o ADONIS podia detectar objetos em movimento. Um motor hidráulico montado no mastro de sustentação do prato esférico podia lentamente girar o receptor esférico em coneteira, levando cerca de 12 minutos para fazer uma varredura completa nos 360 graus. Como o prato girara em torno de si, vimos o alvo aparecer de um lado da tela, ir para o centro e finalmente sair do outro lado. Não havia dúvidas quanto a podermos criar imagens em movimento.

Um teste a mais, mais exigente, ainda persistia. Os mergulhadores recolocaram quatro alvos quadrados de 1 m² formando uma cruz com braços verticais e horizontais e com um quadrado vazio de 1 m² no meio. A resolução do buraco era o desafio: na distância de 38 metros, o tamanho do buraco estava próxima do limite de resolução do ADONIS.

As primeiras cruas imagens do alvo cruciforme eram confusas. Pudéramos ver a forma de cruz, mas a aparência do buraco central fluuava a todo instante. Desde então, reexaminamos os dados e aplicamos um pouco de processamento de sinais digitais. Isto mostrou que o espectro de potência do ruído - a intensidade do som para diferentes frequências - tinha uma função discriminadora. Era essencialmente a versão acústica de cores. Pelo uso do espectro de potência, os quatro cantos vazios e o buraco central do alvo cruciforme podiam ser facilmente identificados e as bordas dos painéis localizadas. Os painéis na armação do alvo apresentou uma "cor" notavelmente diferente das regiões vazias, incluindo o buraco central. Era como se a armação fosse "vermelha" e o buraco "azul". Atualmente estamos explorando esta técnica como meio de amplificar as imagens por iluminação acústica natural.

Criando imagens no Sea World

Alvos estáticos nos serviu bem na demonstração de que "acoustic-daylight imaging" ou criação de imagens por



iluminação acústica natural é uma técnica viável. Inspirados pelos nossos resultados, estávamos ansiosos para tentar um alvo mais difícil: baleias assassinas (*Orcinus orca*). Através dos bons ofícios de Ann Bowles, uma bióloga pesquisadora do Instituto "Hubbs" de Pesquisa do Sea World de San Diego, fomos convidados a colocar o ADONIS no tanque externo das orcas no Sea World. Tentamos criar imagens dos altamente móveis mamíferos marinhos enquanto Bowles conduzia estudos do comportamento dos animais perante a um objeto estranho no "seu" tanque; as baleias, ao que parecia, sentiram que algo colocado no tanque, por definição, pertenciam a elas. Em fevereiro de 1995, trabalhando entre as apresentações públicas das orcas, montamos o ADONIS num canto do tanque em condições climáticas medianamente desagradáveis. Chovia na maior parte do tempo; para proteger nossos computadores e equipamentos de gravação, armamos barracas de lona improvisadas, porem entrava água de todos os lugares.



UMA BALEIA ASSASSINA no parque aquático "Sea World" de San Diego, servindo como alvo móvel para o ADONIS, o primeiro sistema de imageamento por iluminação acústica natural.

Enquanto isto, assim que montávamos o sistema, as orcas nadavam livremente no tanque, se interessando muito mais em nós do que nós nelas. Cautelosamente, elas rapidamente se acostumaram ao grande prato refletor. As baleias se tornaram curiosas ao descobrir que devido ao efeito focalizador do prato, o som refletia intensamente de volta para elas quando elas emitiam de frente ao prato. Uma jovem baleia, a Splash, foi mais atrevida, pegando um dos cabos eletrônicos cheios de óleo (mastigado por fora e mascado por dentro) com sua boca de modo a tentar alguma exploração mastigatória. Outro animal nadou rapidamente em direção ao prato e rompendo-o em cima, neste momento sentimos que algo tinha que ser feito. Os treinadores retiraram as baleias para um outro tanque, onde elas podiam brincar com seus próprios brinquedos até que estivessemos prontos para elas.

Depois do falso início (todos os cartões eletrônicos do sino submerso pularam dos seus conectores durante o

transporte), religamos de novo o equipamento, e os dados começaram a fluir. Não tínhamos certeza do que veríamos. Bombas e outras máquinas traziam ruído aos tanques do Sea World em maior intensidade do que no oceano. A despeito das pequenas avarias que os cartões eletrônicos tiveram de quando eles foram alagados no mar, os sinais de todos menos dois dos 128 canais eram recebidos e apresentados em imagens dinâmicas em tempo real.

Como víamos dados brutos (isto é, sem nenhum ganho de imagem) na tela, uma forma sombreada repentinamente apareceu e perdurou por vários segundos. Ao mesmo tempo, podíamos ver (com nossos próprios olhos) uma das baleias se movendo dentro do campo de visada do ADONIS, o que permaneceu enquanto ela nadava bem de frente do prato. Os monitores dos hidrofones e os treinadores confirmaram que as baleias não estavam emitindo sons, indicando que as imagens que víamos eram o resultado direto da iluminação acústica natural. Nós ainda tínhamos de examinar cuidadosamente as imagens das baleias e correlacioná-las com as gravações de vídeo que foram feitas simultaneamente para confirmar se nós realmente criáramos imagens das baleias. Mas as observações preliminares e o experimento no ORB em Point Loma apoiou uma analogia entre a fotografia convencional e a criação de imagens por iluminação acústica submarina natural com o ruído ambiente.

Os resultados imediatamente sugeriram várias aplicações em potencial. Uma era a detecção de minas submarinas, algumas das quais podem ser ajustadas para detonar ao receber um bip sonar. Um sistema de imageamento por iluminação acústica natural poderá ser capaz de localizar estes dispositivos sem ativá-los. Imageamento por ruído ambiente poderá prover visão para veículos autônomos submarinos, capacitando-os a navegar em volta de obstáculos sem ajuda humana de um operador num navio de superfície e monitorar a integridade estrutural de oleodutos e de outras grandes plataformas marítimas. A inerentemente natural cobertura do imageamento por iluminação acústica natural também torna-o utilizável para o monitoramento de portos, como uma câmera de vídeo nos shopping centers, e na contagem de mamíferos marinhos, porque lá não pode haver interferência sonora com os próprios animais. Por sua vez, fica a questão de que até onde eles mesmos não usam o imageamento por iluminação acústica natural para adquirir informação?

Contudo ainda devemos conceber o imageamento por iluminação acústica natural como um conceito nascente. Nos recentes testes, o ADONIS gerou com sucesso imagens de plástico flutuando, esferas de titânio e tambores de PVC para óleo cheios de areia molhada e espuma. Análises preliminares indicam que os barris podem ser vistos



mesmo quando eles estão no fundo do mar. Estivemos pesquisando num estagio muito semelhante aos primeiros dias da televisão: onde o que é mais importante não é a qualidade da imagem mas sim o fato de haver imagens. Nos próximos meses, nós planejamos colocar no refletor esférico um arranjo de hidrofones contendo cerca de 1000 hidrofones. Ao mesmo tempo, desejamos desenvolver algoritmos dedicados à geração de imagens amplificadas e de reconhecimento automático de imagens. Esperamos que estes esforços aumentem significativamente a qualidade das imagens por iluminação acústica natural e talvez criar o sucessor do ADONIS: câmeras submarinas de vídeo do futuro.

Imageamento por iluminação acústica natural é apenas uma forma de tecnologia de sensoriamento remoto que se baseia no ruído de fundo nos mares. Oceanógrafos tem recentemente demonstrado outros exemplos de técnicas similares. Uma é usar o ruído ambiente para determinar as propriedades acústicas do fundo marinho e então para determinar sua composição numa área. Nas águas rasas da plataforma continental, onde a profundidade é menor que cerca de 200 metros, o ruído reflete no fundo do mar. A maneira na qual o som retorna indica a velocidade com que estas vibrações se movem no solo marinho. Isto, por sua vez, revela a composição do fundo: som se propaga em velocidade diferente através da rocha do que se propaga através da areia, por exemplo.

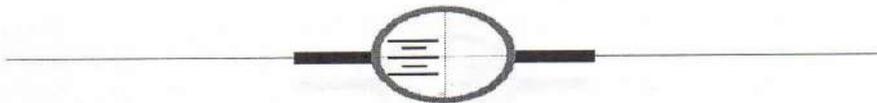
Para proceder tais medições, podemos colocar varias bóias com hidrofones submersos para mapear o fundo marinho usando o ruído ambiente. A esperança é que esta

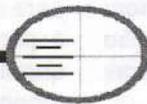
técnica possa oferecer uma alternativa viável aos métodos convencionais, tal como a freqüentemente lenta e trabalhosa prática de ecometria sonar do fundo marinho.

O som ambiente pode também se mostrar proveitoso no estudo dos fenômenos que ocorrem na superfície do mar. Em particular, eles podem revelar a quantidade de gases atmosféricos que os oceanos estão absorvendo. Crucial para os modelos de aquecimento global e de efeito estufa, a proporção de gases trocados tem sido de difícil quantificação. Ruído ambiente pode auxiliar, porque o fenômeno majoritariamente responsável pelo som também comanda a transferência de gases do ar para a água - mais exatamente as ondas que quebram no mar. Ao colocar ar dentro d'água, o processo cria um colchão de bolhas imediatamente abaixo da superfície. Estas bolhas modificam o som da arrebentação das ondas de uma maneira característica, deixando uma assinatura acústica para que os hidrofones abaixo das bolhas possam detectá-las.

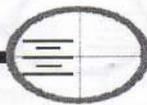
A partir desta simples medida acústica, poderá ser possível inferir a quantidade de ar no colchão de bolhas e a profundidade na qual as bolhas se estendem. Ambas quantidades estão relacionadas à quantidade de gás transferido para o oceano. Alguns testes preliminares sugerem que esta idéia é exequível; contudo maiores experimentos estão sendo atualmente realizados.

Extraído por tradução livre da revista "Scientific American" de fevereiro de 199 pelo CC Maurício Pereira Friedrich do ComDiv-2.





S. RIACHUELO (S-15) Classe Fleet Tupe





CLAY BLAIR – UMA CRÍTICA

Capitão-de-Mar-e-Guerra Günter Henrique Ungerer

Ao encontrar um ex-comandante, por quem nutro grande respeito e amizade, foi-me, por ele, recomendada a leitura do livro de Clay Blair: "HITLER'S U-BOAT WAR" editado em 1996, com a publicação mais imparcial que ele já havia lido sobre a segunda guerra mundial.

Eu considerava que já havia lido bastante sobre a campanha dos U-Boote:

De Harald Busch: So war der unterseeboot Krieg.

De Wolfgang Frank: Die Wölfe und der Admiral.

De Karl Dönitz: Zehn Jahre und Zwanzig Tage.

De Günter Prien: A caminho de Scapa Flow.

De Friedrich Ruge: Der Seekrieg.

De Cajus Baker: La Kriegsmarine Lutte et Meurt.

De Werner Hartmann: Freund im Fadenkreuz.

De Erich Raeder: Mein Leben.

De Robert E. Kuenne: The Attack Submarine A Study in Strategy.

Além dos livros acima citados, vários livros e uma infinidade de artigos de revistas e relatos da atuação dos submarinos americanos, ingleses e japoneses passou diante dos meus olhos. Do próprio Clay Blair, li também "Nautilus 90° North".

Porém a sugestão do meu ex-comandante me impediu a acomendar o livro citado. Após seis semanas de espera, recebi o exemplar com 800 páginas, muito bem encadernado e fiquei muito impressionado e ávido de lê-lo. Verifiquei que se tratava apenas de uma primeira parte, com relatos até 1924 e que um segundo volume trataria do período seguinte, quando a "Batalha do Atlântico" já estava decidida.

Pela leitura do prólogo, percebi que discordaria do meu ex-comandante quanto à imparcialidade do autor. O trabalho de pesquisa foi notável, foram 10 anos vasculhando arquivos a procura de documentos que pudessem ser contra-checados vasculhado com os da parte contrária, na tentativa de esclarecer fatos e episódios da luta no mar. Neste

aspecto, não há que negar a imparcialidade, mas esta desaparece na ênfase do autor. Enquanto os outros livros citados acima procuram mostrar os sucessos e as vitórias desses heróis do mar, o Sr. Clay Blair enfatiza as falhas, os erros e as deficiências do material. Se prestarmos atenção aos seus relatos, veremos que ele conta mais detalhadamente a história dos navios mercantes dos comboios do que a história dos submarinos. Os afundamentos dos porta-aviões Courageous, Eagle e Ark Royal, ou do encouraçado Barham são apenas citados, sem detalhes das penetrações nas coberturas e dos ataques. Mas a covarde rendição do U-570 comandado por Hans Joachim Rahlmow, com uma guarnição ainda verde de experiência, é minuciosamente descrita, até com detalhes dos vômitos e das fezes. Quem sabe se Rahlmow tivesse que enfrentar as tênues e sem persistência oposição japonesa, ao invés da anglo-americana, não teria ele reprimido a sua covardia e afundado muitos navios inimigos isolados? É na ênfase que se nota a parcialidade e a ideia pré-concebida do autor.

É claro que o herísmo e a covardia existiram e devem ser relatadas, mas o Sr. Blair chega a perder a noção de ética e respeito que deveria nutrir pelos outros autores, notadamente Harald Busch e Wolfgang Frank, classificando os seus trabalhos de anedóticos. Não li o outro livro de Clay Blair sobre a ação dos submarinos americanos no Pacífico, mas fico imaginando se a ênfase não teria sido só nos sucessos. Na verdade, não há como comparar as duas campanhas submarinas, a americana e a alemã. Os teatros de operações, as circunstâncias históricas, as restrições de Versailles, a oposição A/S etc, não permitem que se trace um paralelo. O fato do Sr. Blair ter servido em um submarino, o Guardfish, no Pacífico, não é suficiente para fazer dele um comandante de submarino e, assim, sentir exatamente as agruras da guerra, suas aflições e seus momentos de euforia. Ele é apenas um jornalista, como Harald Busch e Wolfgang Frank que também participaram, de muitas patrulhas de guerra no Atlântico Norte. A diferença é que Clay Blair teve a facilidade e o financiamento durante dez anos para pesquisar arquivos ainda fechados quando Busch e Frank



escreveram seus livros. Aliás, não sei se esses autores poderiam consultar essas mesmas fontes já que no julgamento de Nürnberg os próprios acusados não puderam fazer uso delas, nem dos próprios arquivos confiscados, assim como não poderia ser invocado em sua defesa, procedimento igual por parte dos comandantes americanos, ingleses ou russos. Por acaso Lockwood deu alguma instrução aos comandantes americanos, em relação aos naufragos japoneses mais condescendente do que Dönitz? Muito pelo contrário, a campanha americana no Pacífico foi, desde o primeiro dia, irrestrita em todos os seus aspectos, mas Dönitz foi condenado em Nürnberg... e até hoje não foi reabilitado...

Os navios ingleses já estavam no mar para invadir a Noruega, mas Raeder, que chegou primeiro, foi condenado em Nürnberg e o First Sea Lord Pound?

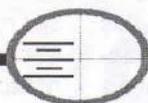
O Sr. Clay Blair não foi diferente nas suas opiniões; ele divulga como possível uma história inventada por Churchill (e por ele reconhecida como inverossímil em suas memórias) de que se a Alemanha derrotasse a Inglaterra, se apoderaria da Esquadra inglesa e atacaria a América. Propaganda de guerra é compreensível enquanto ela se desenrola, mas 50 anos depois!!!!

É claro que os alemães não foram super-homens, tiveram seus Prien e Kretschmer mas também um ou dois Rahmlow, porém se eles fossem tão incompetentes com o Sr. Blair tenta insinuar, faltou explicação porque as duas maiores potências navias do planeta, com os recursos americanos inesgotáveis, livres de bombardeios e com o apoio do resto mundo, precisaram e tanto tempo para derrotá-los.

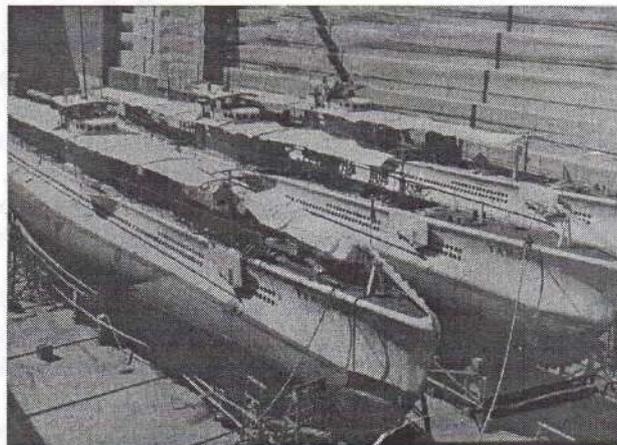
O Sr. Blair, em seus comentários sobre as dificuldades dos U-Boote em encontrar os combios em Agosto e Setembro de 1941, desdenha essa força de submarinos demonstrando pouco ou nenhum conhecimento da Estratégia de Fluxo, quando os submarinos, apenas por sua ameaça e sem necessidade de afundar qualquer navio, causam uma tremenda redução no fluxo de mercadorias transportadas, quer pela formação dos comboios em si, quer pelo congestionamento dos portos de saída e chegada, sem contar o imenso gasto com a escolta.

Os submarinistas alemães eram seres humanos com acertos erros, mas travar a luta que travaram, o que, aliás, se depreende do próprio relato do Sr. Blair, repito, lutar contra as dificuldades que lhes foram antagônicas, em poucos submarinos operacionais a cada mês, construídos às pressas, com as fábricas sob bombardeio, com as famílias inseguras, contra a prioridade dos dirigentes, enfrentando as duas maiores potências navais juntas, etc fazem esses marinheiros merecedores da fama quase mitológica que lhes foi atribuída. Harald Busch e Wolfgang Frank não foram propagandistas anedóticos mas fizeram justiça a um punhado de bravos que não encontram par no passado e que, certamente, não seriam iguados pelos homens da Bundesmarine de hoje.

Entretanto, em que pesem os comentários do autor, o livro de Sr. Clay Blair é recomendável para todos aqueles que se interessam por história, por submarinos e pela guerra no mar. A quantidade de dados e informações que foram levantados é impressionante e de utilidade inquestionável para os estudiosos. Mas para alguém realmente neutro (será que alguém pode deixar de se influenciar pelos seus sentimentos, ideias ou preferências ?) há que desconsiderar as opiniões pessoais do autor.



S. HUMAITA (S-14) Classe Fleet Type



S. TYMBIRA / S. TAMOYO (Classe T)



NA DESPEDIDA DE UM COMANDO

CMG (RRm) Antonio Sergio de Azevedo Leite
Comandante do Submarino Tonelero de SET86 a OUT88

*E*stávamos em agosto de 1988. O orgulho “borbulhava” pelos poros, o Submarino “TONELEIRO” era por dois anos seguidos, o mais eficiente no cômputo global e nos disparos torpédicos de exercício – 32 torpedos lançados! Tudo ia bem e a tripulação, a melhor de todas da nossa Força de Submarinos de então.

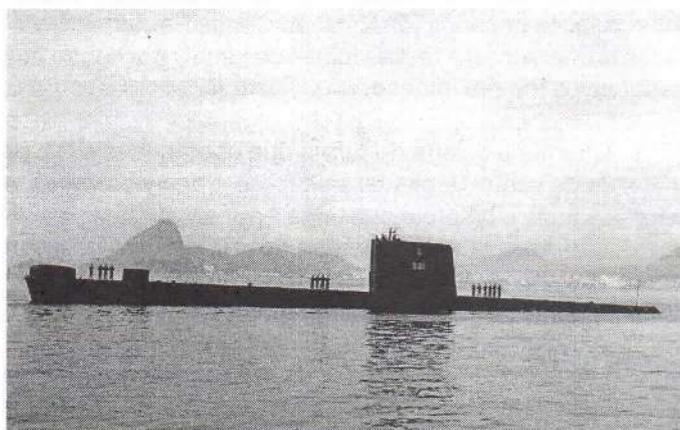
Saíamos do Rio de Janeiro, faríamos alguns exercícios na área Rio – Itajaí e, em seguida, minha última Operação “FRATERNOS” com a Marinha da Argentina. Após, passaria o Comando e meu substituto, já embarcado, não via o momento de assumir.

Satisfeito, e envaidecido, tremia, ao sentir que em breve, não mais teria o “TONEL” sob minha escota.

Nesse clima de euforia e ao mesmo tempo amargurado pela saudade que já “boiava” pelo periscópio, rumava ao “Ponton Recalada”, local no estuário do Prata, acertado para o encontro com os demais navios participantes – brasileiros e argentinos. Seria a área de espera dos Práticos.

Eram cerca de 15:00 horas, estávamos na superfície, ventava fresco, céu nublado e a previsão do tempo nada otimista, tínhamos chegado ao local com razoável antecedência, como era de costume: não toleraria atrasos nem baixo desempenho, mormente durante minha última comissão: afinal, aquele barco era o “ECHO-BARRA” da Força!

Estava no passadiço. Desconfortável e aberto como todos os demais em submarinos. Incomodava-me o fato de não dispor da repetidora da agulha giroscópica no local – havia alagado; e a antena radar, da mesma forma, apresentava vazamento para o guia de onda, tornando sofrível o desempenho do sensor.



Mas lá estávamos, prontos para tudo (estariamos?) na demanda de Buenos Aires.

Orbitávamos em torno de um ponto escolhido, aguardando o embarque do Prático destinado ao “TONELEIRO”. Seríamos o último a recebê-lo e tínhamos contanto com todos os demais participantes da operação. O vento aumentava a intensidade e o céu escurecia rapidamente com a chuva que chegava. O frio era intenso.

Pela programação, demandaríamos em coluna o Rio da Prata até “Rada da Plata” (a meia distância para Buenos Aires), onde pernoitaríamos em fundeio operativo para prosseguirmos na manhã seguinte.

Na ocasião em que o Prático alocado ao penúltimo Contratorpedeiro brasileiro iria embarcar, aconteceu o imprevisto: cidadão de certa idade, não tinha mais vigor físico para a escada de portaló em meio àquela tormenta – caiu ao mar e não mais foi visto! Designados navios para busca, nada avistado. O coitado sumira.



Finalmente, chega a vez do “TONEL”. A lancha da praticagem aproximou-se pelo través e o Prático, que nos auxiliaria até “Rada da Plata”, refugou solenemente ao ver aquele bojo curvo e negro, reluzente sob a chuva, escorregadio e não convidativo. Pela fonia, chamou-me um Oficial argentino: “Comandante, o Prático não poderá embarca no Submarino. O senhor prossegue ou retorna?” Enchi o peito e respondi com bravura: “**prossigo**”. Sabia a altura do desafio. A demanda do canal de Buenos Aires, embora balizada, possuía certos trechos com peculiaridades e regras ditadas pela experiência local que não constavam em carta náutica ou Roteiro. A vivência do Prático era fundamental, ainda mais sob aquelas condições meteorológicas. Entretanto, não havia retorno: meu “ponto decisão” já estava para trás muito tempo.

A noite estava fechada, chovia e ventava bastante – uma verdadeira tempestade com muitos relâmpagos e raios – visibilidade comprometedor e nós, no Passadiço, usávamos casacos pesados (da Estação Comte Ferraz, emprestados previamente) e muitas folhas de jornais por dentro dos sapatos – o frio era intenso.

Chamei o colega de turma que comandava o CT no matalote de vante. Expliquei a situação e pedi que voltasse para sua popa o holofote que tinha à superestrutura, mantivesse não mais que 2000 jardas do “TONELEIRO” e que ditasse pela fonia, todas as sugestões do Prático lá embarcado. E assim prosseguimos.

Lembro-me dos raios iluminando aquele cenário, de onde vislumbrava bóias próximas e pontas de mastros soçobrados às margens do canal de acesso. Após várias horas de apreensão, chegamos ao local de fundeio – uma loucura! O Comandante de uma de nossas Fragatas nos dizia que o vento em rajada chegava a 140 Km por hora. Não havia formatura possível a se manter naquelas condições. O fundeio operativo se desfez.

Evidentemente, minha situação era das piores: dispondo de apenas cinco quartéis de amarra e ferro de uma tonelada, jamais conseguiria fundear com segurança. E mais, não poderia ordenar a subida do Mestre ao convés com sua equipe, pois todos seriam sumariamente varridos. A solução era passar mais uma noite acordado, “TONEL” afilado ao vento, com baixo velocidade, em área safe naquela enseada, onde o mar batia ferozmente.

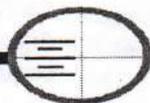
Volta e meia, a propulsão máxima foi solicitada, conjugando os eixos para manobrar, evitando-se colisões. Uma noite realmente infernal!

Por fim, amanheceu. As condições melhoraram e pudemos receber o Prático, desta feita, para a Segunda pernada. Lá estava eu, “grudado” ainda ao Passadiço e pelo canal afora, até Buenos Aires.

Ao lá chegar, atraquei o Submarino no porto e consultei o relógio. Estivera no Passadiço por vinte e seis horas! Olhos injetados de chuva e vento, mas em meu peito a sensação do dever cumprido, do desafio vencido. O corpo, todavia, clamava por descanso.

Apresentei-me ao Comandante do GT brasileiro e dormi até a hora do coquetel de recepção, oferecido pela Marinha Argentina.

Minha fisionomia ainda apresentava óbvios sinais de desgaste e, para minha surpresa, oficiais argentinos cumprimentavam-me pela “aventura”, dizendo que eles não teriam feito aquilo. A todos, respondi da mesma forma: em situação inversa, talvez dissesse a mesma coisa, entretanto, o vexame do refugio, se essa fosse a decisão tomada, nunca mais permitiria que dissesse em alto e bom som: “**USQUE AD SUB ACQUAM NAUTA SUM**” – “Somos marinheiros até debaixo d’água!” **E BOTA ÁGUA NISSO!...**





A HISTÓRIA DOS SUBMARINOS ITALIANOS

“FOGLIETTO INFORMATIVO DELLA Marina Militare Italiana”

Contribuição: S.T.V. (GN) Torre Giovanni

S.T.V. (SM) Del Giudice Michele

As ORIGENS

A história dos submarinos italianos se inicia no remoto ano de 1889 quando, no Arsenal de La Spezia, o Engenheiro Pullino, Almirante do Corpo de Engenheiros, projetou e depois construiu a nossa primeira unidade Submarina, o “**DELFINO**”.

Naquela época, todas as principais Marinhas, cientistas da importância bélica dos submarinos, dedicaram especial interesse a essa nova arma, fato este que levou a uma rápida evolução dos submarinos.

O “**DELFINO**” foi um barco de aproximadamente 100 toneladas, 23 metros de comprimento e 3 metros de diâmetro, com significativas inovações como, por exemplo, um dos primeiros submarinos a ter periscópio e a primeira bússola giroscópica, que já o colocava entre as melhores realizações do momento e a base de desenvolvimento dos modernos submarinos.

Depois do “**DELFINO**”, seguiram-se outras experiências. O exemplo de Pullino foi seguido por outros jovens Oficiais engenheiros (Laurenti, Bernardis, Cavallini, Ferrati), cujos nomes estão relacionados a projetos e realizações que marcaram a história da Construção Naval italiana daquele tempo e até a Primeira Guerra Mundial, os estaleiros italianos construíram muitos submarinos para a nossa Marinha e, como testemunho da elevada qualidade do produto, recebem também encomendas de outras Marinhas estrangeiras, como da Alemanha e Rússia. Nas vésperas do primeiro conflito mundial, o número de Submarinos era de 21 unidades, com características de desempenho superiores ao “**DELFINO**”. No curso do conflito, outros 64 submarinos entraram em serviço, enquanto 7 foram perdidos para causas bélicas.



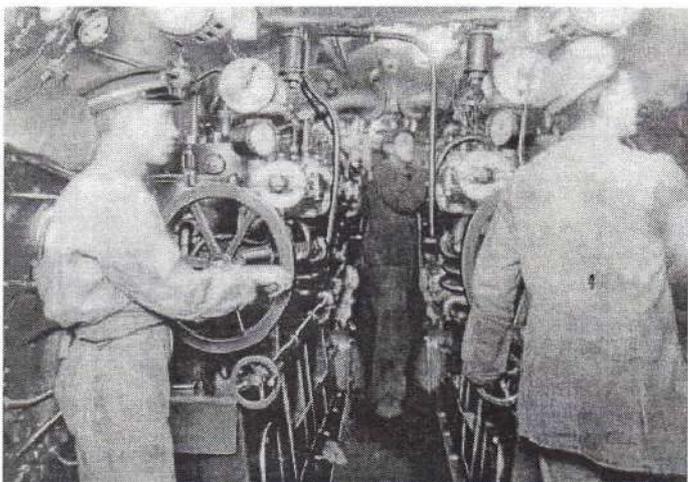
Submersível Delfino - 1890

A PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL

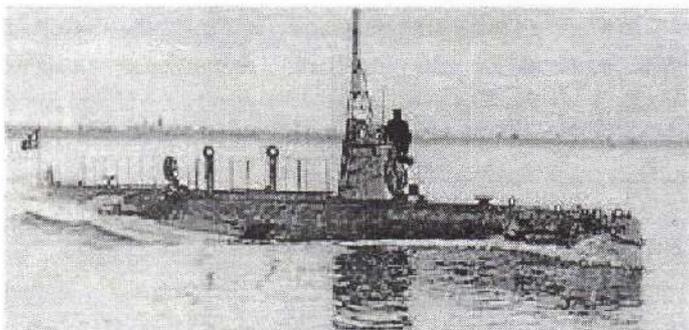
A atividade dos nossos submarinos entre 1915 e a fim do 1918 foi quase exclusivamente no mar Adriático. Um mar próximo e caracterizado por amplas áreas de águas rasas, onde o tráfego de cabotagem Austro-Húngaro se desenvolvia, sobretudo nos canais interiores, perto das numerosas ilhas da costa Dálmata, bem defendido por extenso campos minados. A Primeira Guerra Mundial acelerou decisivamente o progresso do submarino, levando ao desenvolvimento e o aperfeiçoamento de soluções técnicas, bem como novos critérios de emprego que, na maior parte, ficaram válidos até a Segunda Guerra Mundial. Assim, concebido em origem só como meio insidioso de ataque, o submarino tornou-se também caçador de outros submarinos, transporte oculto e meio adequado para as missões especiais.

Terminado vitoriosamente o conflito, a maior parte da numerosa esquadra dos submarinos italiano foi desarmada, sendo somente reiniciada a construção de novos submarinos em 1925.

Depois de alguns anos, durante os quais foram construídos alguns protótipos, iniciou-se nos anos 30 uma fase de notável fortalecimento da Força Submarina Italiana, através da construção de numerosos navios de grande deslocamento, adequados para o emprego nos oceanos, e de pequeno deslocamento, destinados a operar no Mediterrâneo e no Mar Vermelho.



Interior de um submersível durante a 1ª Guerra Mundial



Submersível "Glaucó" - Construído em 1905

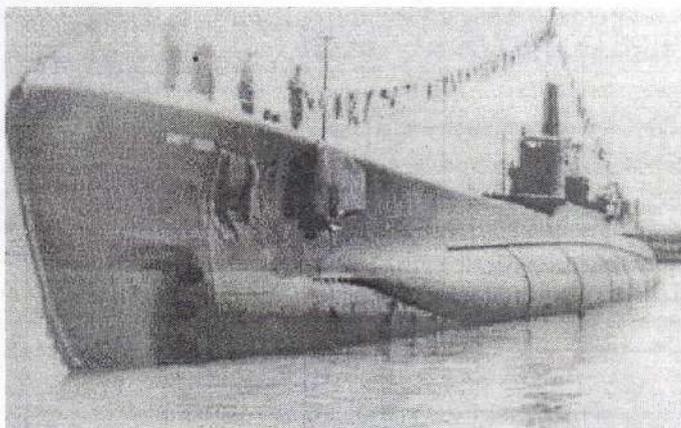
A SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

Na Segunda Guerra Mundial a importância do submarino cresce notavelmente. A extensão intercontinental do conflito tornam vitais as comunicações entre todos os mares. Conseqüentemente, a guerra submarina passa a ter importância fundamental. A 10 de junho de 1940, quando a Itália entrou no conflito mundial, a Marinha Italiana contava com 115 submarinos em serviço, desses 38 com características oceânicas. Possuía, então, a maior esquadra submarina do mundo. A segunda numericamente, só inferior à URSS, sendo que esta dispunha de submarinos de pequenas dimensões, mas subdivididos em quatro esquadras muito afastadas entre elas.

De 1940 a 1943 os submarinos italianos operaram sobretudo no Mediterrâneo e no oceano Atlântico onde, ao iniciar o mês de setembro de 1940, passaram a operar a partir da cidade de Bordeaux – convencionalmente chamada "Betasom", na costa Atlântica da França ocupada. Os poucos submarinos deslocados na Eritreia operavam no mar Vermelho e no oceano Índico e, na primavera de 1941, depois a queda da África oriental, chegaram a Bordeaux, circunavegação o continente africano sem escala intermediária.

A guerra que os nossos submarinos combateram no Atlântico foi particularmente dura devido as longas missões e a forte oposição do inimigo; uma guerra desumana que os nossos submarinos conduziram com muito profissionalismo, grande técnica e, sobretudo, sem nunca esquecer os ideais de humanidade, que a sempre caracterizou a nossa gente de mar.

No Mediterrâneo, dignas de nota, entre os outros, foram as operações de apoio aos transportes de assalto da nossa Marinha, em particular aquelas feitas pelo submarino "SCIRÉ", com os sucessos de Gibraltar e de Alexandria. Na principal fase do conflito, as perdas foram muitas elevadas – 90 submarinos afundados em combate ou de qualquer maneira para causas bélicas, freqüentemente com toda a tripulação, mas os resultados conseguidos contra os navios de guerra e comboios de mercantes adversários representou com mais de 90% do resultado globalmente obtidos de todos os meios da Marinha, no curso do conflito. Isto. Apesar de algumas deficiências técnicas dos submarinos e dos bombardeios lançados nos arsenais e estaleiros, as dificuldades foram amplamente superadas face o heroísmo e o espírito de sacrifício das nossas tripulações, como testemunha as numerosas medalhas de Ouro ao Valor Militar conquistados em ações; e os mais que 3000 mortos a bordo dos submarinos em missões de guerra.



Submersível "Cagni" - Durante a 2ª Guerra Mundial



Parada Naval em 1938, nas proximidades de Nápoles

DE 1943 ATÉ HOJE

Ao fim do conflito, embora estivesse com 33 novos submarinos em serviço depois de julho de 1943, a força submarina italiana foi reduzida a 37 unidades, todas muito desgastadas e já obsoletas.

Uma das cláusulas do Tratado de Paz de 1947 proibia a Itália da posse e o emprego dos submarinos. As unidades que sobreviveram ao conflito foram desarmadas e sucessivamente demolidas. Entretanto, dois submarinos, o "Giada" e o "Vortice", que foram, com vários expedientes, mantidos em serviço, com o objetivo de não interromper o adestramento dos novos submarinistas. Na prática estava renascendo a atual Força de submarinos Italiana.

Sucessivamente, com a entrada da Itália na OTAN, a Marinha dos Estados Unidos da América cedeu à Itália alguns submarinos das classes "Gato" e "Balao". Assim, entre os anos de 1954 e 1974, entraram em serviço na nossa Marinha 9 submarinos renomeados com nomes dos submarinistas que se distinguiram particularmente na segunda Guerra Mundial (Tazzoli, Da Vinci, Torricelli, Cappelini, Morosini), e de alguns dos mais prestigiados comandantes de submarinos mortos em guerra: Gazzana, Longobordo, Piomarta e Romei.

A real reconstrução da força submarina Italiana se inicia com a construção dos quatro submarinos da classe "Toti" (Toti, Bagnolini, Dandolo e Mocenigo), com os quais, na Segunda metade dos anos da década de 60, a indústria nacional voltava a construir depois de uma pausa de mais que vinte anos.

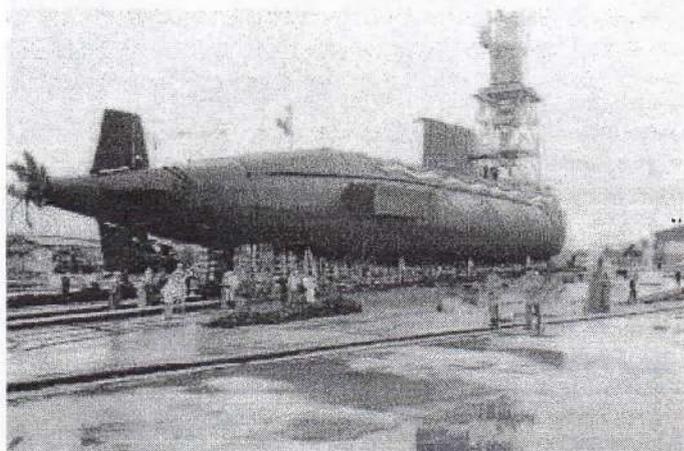
No entanto, nas principais Marinhas estava se firmando definitivamente o submarino nuclear. Esta nova arma de guerra resolvia finalmente o antigo problema do propulsor único, dependente do ar, reconduzindo a concepção de "submersível" (concepção que foi derrotada ao final da Segunda Guerra Mundial) àquela original de "submarino", destinado a operar exclusivamente mergulhado.

Também a Marinha Italiana, nos primeiros anos da década de 60, tinha empreendido o projeto de um submarino nuclear que deveria ter o nome "Marconi" mas, com aceitação do Tratado de Não Proliferação Nuclear e outros problemas gerais, a tentativa não foi possível.

Assim, seguindo a tendência manifestada por outras importantes Marinhas, baseado em considerações de ordem estratégica/tática e tecnológicas, foi iniciado e impulsionado o estudo de um moderno "submarino" com propulsão convencional, concretizando-se com a construção dos navios da classe "Sauro", colocando-os em serviço ao final da

década de 70 (Sauro, Di Cossato, Da Vinci, Marconi, Pelosi, Prini). A estes, entre os anos 1993 e 1995, formaram incorporados outros dois novos submarinos (Longobardo e Gazzana), que constituem a natural evolução tecnológica da classe.

O futuro, igualmente como uma grande empresa que exige notáveis esforços tecnológicos e financeiros, será conduzido um projeto conjunto com a Marinha da Alemanha, até agora chamado "Classe U-212A", que será construído nos estaleiros nacionais a partir dos primeiros anos do século XXI.



Submarino da classe "SAURO"

A CLASSE U-212A

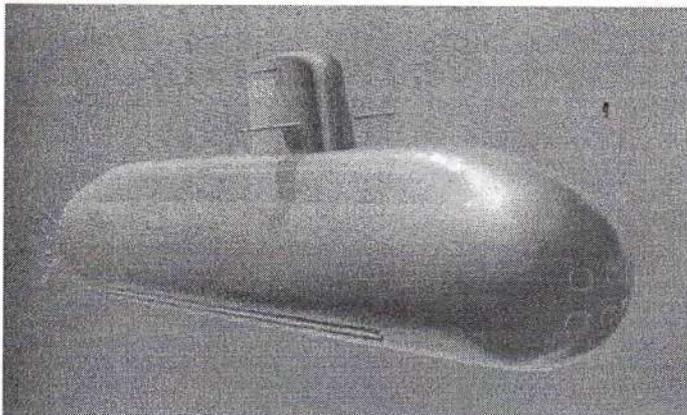
A futura classe U-212A terá uma alta capacidade de ocultação, utilizando um casco hidrodinâmico pouco turbulento, hélice tipo "SKEWED" e suportes anti-vibração. Esta nova concepção permitirá o atraso da velocidade de início de cavitação e menor nível de ruído próprio. Para atender os requisitos de elevada manobrabilidade, está prevista a instalação de lemes a ré em formato de "X" e leme avante na vela.

O casco será construído com aço amagnético de modo a limitar a ameaça dos meios de influência magnética e a detecção por meios de equipamentos MAD (Magnetic anomaly detection).

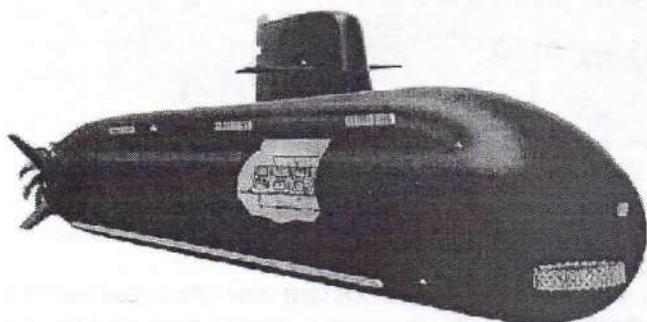
Além das inovações acima descritas, está prevista a utilização de um Sistema Híbrido de Propulsão. O U-212A terá a tradicional propulsão diesel-elétrica, bem como o novo Sistema de Propulsão Independente de Ar (AIP).

O AIP consiste de células de combustível tipo PEM (Proton Exchange Membrane). Íons de hidrogênio passam através de membranas e reagem com íons positivos de oxigênio no catodo que, após a reação, produz água, calor e eletricidade. Esse sistema, que poderá gerar a potência de

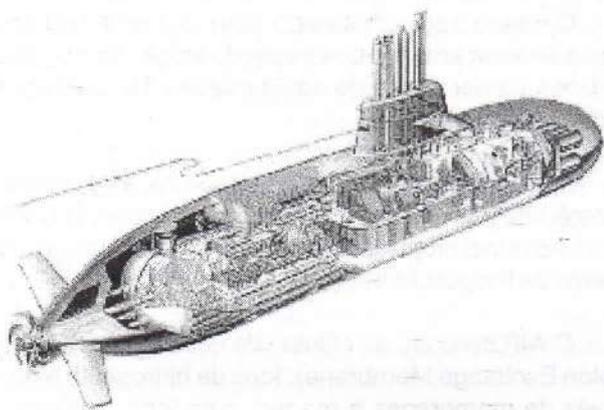
até 270 kw, permitirá a essa nova classe de submarino uma maior autonomia em imersão, sem a necessidade de retornar freqüentemente à cota periscópica para carregar as baterias, e, com isso, diminuir a probabilidade de detecção.



Visão artístico do futuro U-212A



O U-212A e seus sensores



O U-212A com seu arranjo interno

A ORGANIZAÇÃO

A organização dos submarinos da Marinha Militar Italiana é a seguinte:

- Departamento dos Submarinos ("MARISTAT UFFICIO SOMMERGIBILI"), perto do Estado Maior da Marinha Italiana, comandado por um Contra-Almirante;
- Comando dos submarinos ("MARICOSOM"), no Arsenal Militar da Marinha na cidade de TARANTO, comandando por um Capitão-de-Mar-e-Guerra;
- Um Grupo de Submarinos ("COMGRUPSOM"), na cidade de TARANTO, comandando por um Capitão-de-Fragata;
- Uma Base de Submarinos ("MARSTASOM") principal, em TARANTO; e
- Duas Bases de Submarinos secundárias ("STASOM"), nas cidades de LA SPEZIA e AUGUSTA.

O Departamento dos Submarinos ocupa-se da parte político-gerencial da Força de Submarinos, do desempenho de meios, logística e gerência central do pessoal submarinista.

O Comando dos Submarinos coordena e dirige as atividades operativas de todos os submarinos com a colaboração do Grupos de Submarinos.

A Escola dos Submarinos ocupa-se da formação do pessoal submarinistas em todos os níveis.

As Bases de Submarinos (principal e secundárias) ocupam-se da logística (alojamento, cais, atracções, viaturas, paióis e serviços de guarda e refeitório, etc...).

A ESCOLA DOS SUBMARINOS

Os Oficiais e Suboficiais submarinistas provêm dos Centros de Formação da Marinha Militar (Escola Naval, Escola Suboficiais), e sua preparação específica como submarinistas inicia-se com o embarque na SCUOLASOM (Escola dos Submarinos).

A Escola dos Submarinos é uma estrutura moderna, dotada de meios didáticos tradicionais e recursos instrucionais de vanguarda. Os instrutores da Escola, com notáveis conhecimentos profissionais, são capazes de ministrar aos jovens alunos submarinistas, além dos conhecimentos técnicos necessários, também, e sobretudo, o espírito e a mentalidade particular do submarinista.



Para os cursos avançados e exercícios dos "teams" de bordo, a escola emprega um complexo e moderno "treinador de imersão", que reproduz fielmente o interior do compartimento de Manobra" de um submarino operativo da Classe "Sauro Série IV". Sofisticadas técnicas, controladas por computadores e sendo orientado por instrutores, permitem adestrar ou treinar um quarto de serviço quanto à condução do meio em imersão.

A Escola de Submarinos, em continua evolução e modernização, será em breve dotada de um segundo "treinador de imersão", que reproduzirá os submarinos da próxima geração e outros espaços para treinadores dos sistemas de combate e equipamentos para o adestramento no uso dos sistemas de segurança.

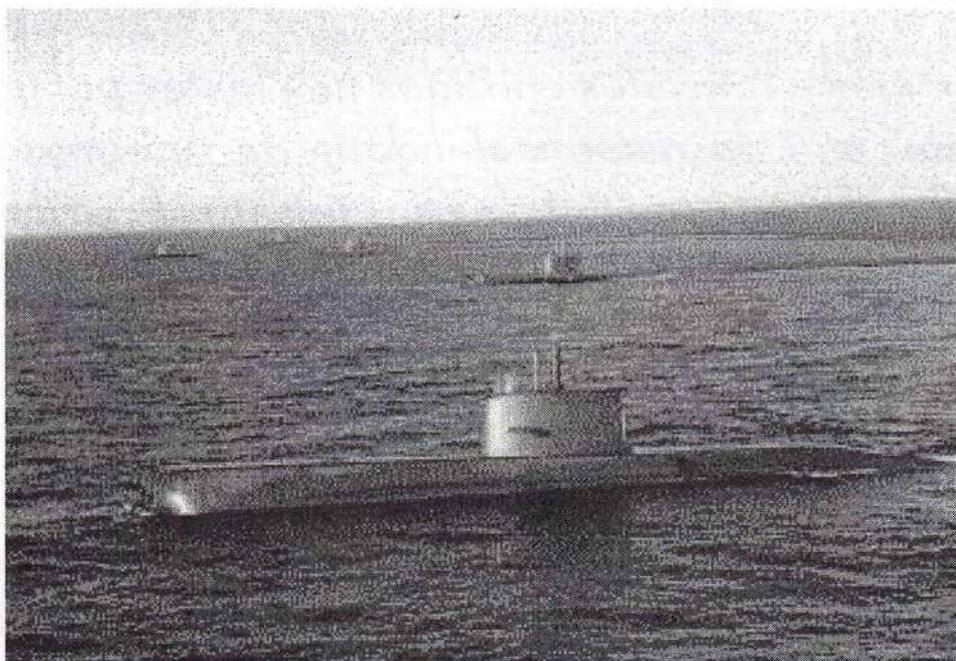
OS HOMENS

Os submarinistas constituem uma parcela especializada da Marinha Militar. Eles são os verdadeiros homens

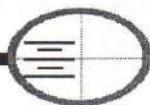
do mar, dotados de particular adestramento e inseridos em tripulações especiais, capazes de operação com o meio na sua máxima segurança e eficiência. Eles são periodicamente submetidos a acuradas inspeções médicas para verificação da capacidade de trabalho no particular ambiente em que eles devem viver e operar. Devem, também, possuir muito espírito de adaptação, camaradagem, tolerância e altíssimo profissionalismo, a fim de permitir a integração perfeita do submarino com a sua tripulação, e com a qual passará a viver em estreito contato no dia-a-dia.

O espírito de grupo é um sentimento forte, devido não somente à gloriosa tradição desses protagonistas dos mares, como também pela consciência de fazerem parte de uma categoria muito restrita de homens, que levam uma vida digna de ser contada.

O submarinista, além de homem de mar, deve ser, também, um homem especial.



A Força de Submarinos Italiana





"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, sediada na Ilha de Mocanguê Grande, Rio de Janeiro.

A Redação

Caro Leitor

Com a finalidade de atualizar nossos arquivos de distribuição e garantir uma ampla divulgação de nossa revista, solicitamos que, quando oportuno, entregue o questionário abaixo a um companheiro da reserva, submarinista ou mergulhador, que não tenha recebido a revista, ou a Oficiais ou Instituições que manifestem interesse em recebê-la.

O questionário poderá ser enviado para o seguinte endereço:

*Revista "O Periscópio"
Centro de Instrução e Adestramento
"Almirante Áttila Monteiro Aché"
Ilha de Mocanguê - Niterói - RJ
CEP 24040-300
Tel.: 716-1392 (fax)*

*Atenciosamente,
A Redação.*

Gostaria de receber a revista "**O Periscópio**"

NOME: _____

POSTO/GRAD: _____

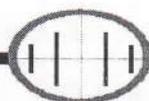
ENDEREÇO: _____

TEL: _____

CONCURSO DE FOTOGRAFIAS

"O PERISCÓPIO"

PARTICIPE E TENHA A SUA
FOTO NA CAPA DE EDIÇÃO DE 2000
DA REVISTA "O PERISCÓPIO"



INSTRUÇÕES

1. PODERÃO CONCORRER FOTOGRAFIAS REFERENTES ÀS ATIVIDADES DE SUBMARINOS E MERGULHO.
2. AS FOTOGRAFIAS PODERÃO SER EM PRETO-E-BRANCO OU COLORIDAS, TAMANHO MÍNIMO 10X15, PREFERENCIALMENTE UTILIZANDO ASA 200.
3. LIMITE PARA ENTREGA DE FOTOGRAFIAS: 28/FEV.

SKANTI Scansat-B 9900

Ship Earth Station
for Inmarsat-B



SKANTI

SKANTI IRIIDIUM Telephone System for Maritime Communication

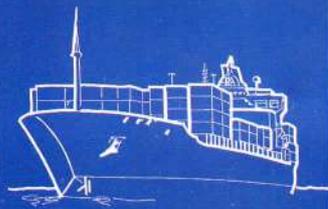
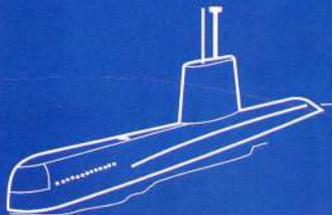


SKANTI

SKANTI

**YOUR
PARTNER IN
COMMUNICATION**

LOGNAV
Distribuidor
para o BRASIL
(021) 719-3948



SKANTI

SKANTI SCANBRIDGE

The Ultimate
GMDSS Communication
Console



SKANTI



S10