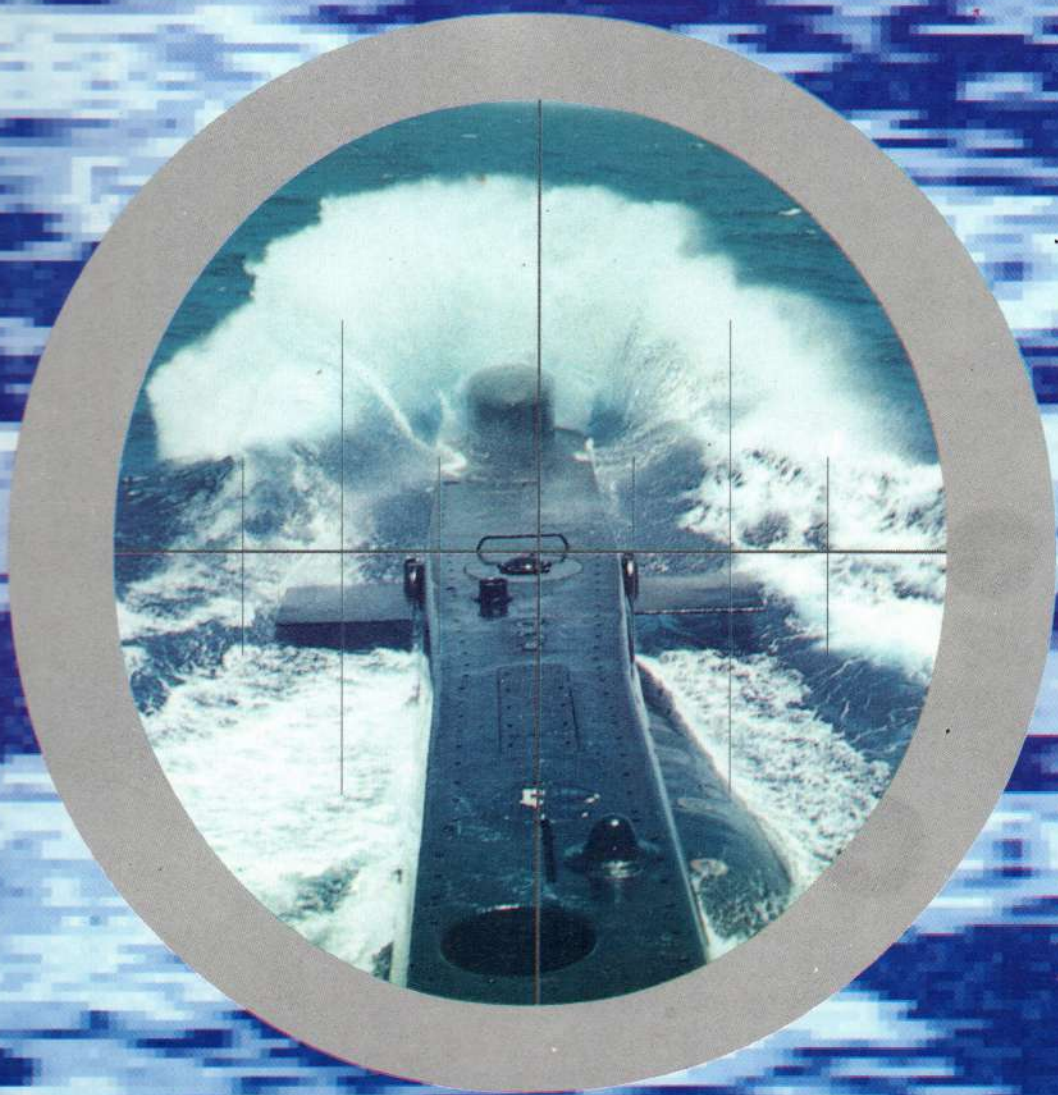


O-POVO-MAR



Nº 50 ANO XXXIV



CAPA: S. "RIACHUELO"
Foto de autoria do Capitão-Tenente Juan Monteso,
vencedora do Concurso de Fotografias



O PERISCÓPIO
ANO XXXIV - Nº 50
1996

EXPEDIENTE

**Comandante da Força de
Submarino**

CA Luiz Sergio Silveira Costa

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

*CMG Marco Aurélio Motta
Albuquerque*

Redator

CC Claudio da Costa Lisboa

Supervisor Gráfico

Antônio Carlos Fonseca

**Capa, Editoração Eletrônica e
Diagramação**

Marcos Mendonça de Moraes

Montagem

Júlio Cesar S. Matos

Revisão

CC Claudio da Costa Lisboa

**Editoração, Fotolito, Impressão e
Acabamento**

**Diretoria de Hidrografia
e Navegação**



SUMÁRIO

AULA INAUGURAL, 5

BREVE HISTÓRICO DO PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO, 9

O SUBMARINISTA, 13

CAVITAÇÃO EM PROPULSORES, 15

PORQUE UM PROGRAMA DE SAÚDE PARA A FORÇA DE SUBMARINOS, 21

O IMPACTO DOS SISTEMAS MODERNOS DE IMAGEM EM OPERAÇÕES DE
SUBMARINOS, 25

BRITISH SKIPPERS-THE PERISHER COURSE, 31

RELAÇANDO SUBMARINOS NÃO-NUCLEARES, 35

FISSÃO NUCLEAR: ENERGIA DISPONÍVEL PARA PROPULSÃO DE SUBMARINOS
NUCLEARES, 39

MEDICINA HIPERBÁRICA NA BASE ALMIRANTE CASTRO E SILVA, 45

UM MERGULHO NO TEMPO, 47

A SAGA DA ÓTICA NA MARINHA, 49

PROGRAMAS DE CONSTRUÇÃO, MODERNIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE
SUBMARINOS NA AMÉRICA LATINA, 51

PERSPECTIVAS DA PROPULSÃO NUCLEAR PARA SUBMARINOS, 55

SUB-SISTEMA MÉDICO PERICIAL DA FORÇA DE SUBMARINOS, 61

PREVISÃO DA PROPAGAÇÃO SONORA EM ÁGUAS RASAS, 63

LEMBAI-VOS DO SAN LUIS, 67


SILÊNCIO QUANDO É HORA, 71

CARACTERÍSTICAS DE PROPULSORES EM DUTO E SUA UTILIZAÇÃO EM
SUBMARINOS, 73

CONHECENDO UM CLASSE LOS ANGELES, 79

UM ACIDENTE FATAL, MUITA LIÇÃO, 89





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 1997, 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 disquete.

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 716-1380 (ramais 332 ou 348) e 716-1392 (Fax), ou pelo endereço:

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

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



CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE SUBMARINOS PARA OFICIAIS 1996 — AULA INAUGURAL

VA ARLINDO VIANNA FILHO

O planejamento estratégico de operações de submarinos procura, lógica e inteligentemente, tirar vantagens da ímpar capacidade de submarinos e submarinistas aproveitarem-se do fator **SURPRESA**.

Nós sabemos que os senhores, em uma aula inaugural, estarão esperando algumas informações sobre a História e evolução do submarino. Nós, pessoalmente, damos a maior e mais justa importância à História de nossa Força de Submarinos, de **Felinto Perry, Hess, Castro e Silva**. Nós devemos a eles a antevisão do valor do submarino para o Poder Naval brasileiro. A construção de nossa Base. A própria existência da Força de Submarinos como elemento essencial de nossas Forças Navais.

Temos, certeza que os senhores, voluntários para o serviço submarino, estarão constantemente estudando, inspirando-se e honrando a nossa história, a História da valorosa Força de Submarinos da Marinha do Brasil.

Então, para manter nossas tradições e confirmar a imprevisibilidade das ações dos submarinistas, sempre surpreendendo os alvos, o tema que trazemos para esta aula inaugural — a primeira que realizo nos meus 35 anos de submarinista — não é relacionado diretamente com História. Pensamos que estudar a História é uma responsabilidade de cada um, ao longo da carreira, por toda a vida. Buscando as razões maiores, os exemplos do passado, que tudo esclarecem. Que tanto nos motivam.

O tema que selecionamos criteriosamente e trazemos para esta ocasião é da Sociologia, mas especificamente da Sociologia militar-naval e da maior **profundidade** ao pretender ser um ensaio objetivo, das relações sociais que se estabelecem, ancoradas na

coexistência social, e que se concretizam em comportamento, normas e valores, conscientes ou inconscientes, incorporados pelos submarinistas, homens do mar especiais.

Apenas nas dimensões de um ensaio — reflexões que pretendem incentivar e despertar o interesse por análises e estudos mais completos — a proposta sociológica nos levará a considerações sobre algumas das relações que se estabelecem no grupo social dos submarinistas e entre este e demais grupos da sociedade maior, a nossa Marinha, da qual somos um dos elementos essenciais.


A dar um título a nossa aula inaugural, poderíamos denominá-la:

ENSAIO SOCIOLÓGICO DOS SUBMARINISTAS

A Marinha em cada ocasião como esta, em que inicia um curso de aperfeiçoamento, reafirma a convicção do valor da formação militar-naval, de seus princípios éticos, das virtudes do caráter vis-a-vis com aprimoramento profissional.

Esta oportunidade é particularmente significativa, uma vez que Oficiais, voluntária e inteligentemente, se engajam em curso de intenso conteúdo profissionalizante.

O aperfeiçoamento do Oficial de Marinha como submarinista é mais que uma profissionalização com qualificação especial, com aprofundamento de conhecimentos operativos e técnicos e intenso treinamento e qualificação especializados.



Desde agora queremos afirmar, ancorados em análise histórica e vivência própria, que os os submarinistas, como grupo profissional, têm uma identidade grupal, um sistema ético e comportamento característicos, voltados para a eficácia operacional, a proficiência naval.

Efetivamente, ser submarinista é mais que ter uma profissão de elevado nível de especialização; é todo um estilo de vida.

Para manter o enfoque sociológico, que propusemos, cabe averiguar, concluir e inferir como se estabelecem, consciente ou inconscientemente, as relações entre os submarinistas e entre estes e os demais segmentos navais.

Os submarinistas mantemos e operamos um elemento essencial do Poder Naval. Arma que, por suas características ofensivas, é primordial para dissuadir intenções antagônicas ou inibir ameaças aos interesses nacionais dependentes do uso do mar. Os nossos submarinos são garantia de que a Nação tem vontade política e meios navais para cobrar preço de pressões navais contra nossos interesses nacionais.

Decorre, então, a consciência dos submarinistas de que operamos arma importante para a soberania nacional. Esta responsabilidade exige compromisso firme com a **eficiência**. E a eficiência é função da **competência profissional**, da **prontidão operacional**, da contínua **atualização de conhecimentos**.

O que estamos dizendo é que as razões estratégicas da existência dos submarinos como elementos ofensivos do Poder Naval — essenciais para estratégia de dissuasão e para agir em força, quando necessário — e suas características intrínsecas exigem o desenvolvimento de atributos específicos para a formação profissional do submarinista.

Esta condição primária da profissão gera, influencia e incorpora ações típicas, reações lógicas, escala de valores e comportamento que definem e estabelecem individualidade profissional e, paralelamente, criam atitudes comportamentais no relacionamento social inter e extra-grupo. Em outras palavras, os atributos especializados conformam uma base que ancora e influencia os atos e reações, conscientes e inconscientes, do relacionamento social dos submarinistas. Não há, portanto, uma antepara nítida entre o comportamento do profissional e o do cidadão; ao contrário, há uma viável analogia.

Em síntese, as atitudes profissionais, exigidas pelos conceitos teórico-doutrinários de emprego estratégico dos submarinos, extravasam para o comportamento nas relações sociais e conformam faces do perfil sociológico dos submarinistas, configurando um grupo social com maneiras típicas de ver, sentir e reagir, de forma muito especial, à ação dos agentes externos.

Neste patamar de abstração, resumimos características dos componentes do sistema submarinos — submarinistas.

O **submarino** é elemento polivalente do Poder Naval, contribuinte essencial de estratégias de dissuasão e de estratégias que compreendam tarefas de negação do uso do mar, por sua capacidade ofensiva.

Os submarinistas constituímos um grupo profissional de guerreiros do mar, cômicos de nossa inserção como elemento do sistema maior, as Forças Navais, o Poder Naval. Dimensionando o valor das responsabilidades, os submarinistas temos espírito de combate e vigoroso compromisso com a eficiência, com a competência profissional, com a prontidão operativa, com a contínua atualização dos conhecimentos.


É, pois, um sistema de navios polivalentes e homens especiais.

É a destinação bélica, marcial, estratégica — para ameaça dissuasória e para agir em força — que dá ao submarinista sua marca característica. A imagem ideal do submarinista — e de todo Oficial de Marinha — é a do profissional militar-naval, do estrategista, do guerreiro do mar. É a imagem de um líder, de um profissional completo e dedicado, motivado antes pelo patriotismo e pelo dever, pela honra, dignidade e patriotismo, que pelo ganho financeiro; um líder capaz de comandar equipe em ações nos limites das situações de complexidade e riscos que necessitam ser aceitos.

A auto-identidade dos submarinistas está ligada diretamente a profundos sentimentos do valor da contribuição do submarino para o conceito estratégico naval, para os empregos político e estratégico dos submarinos.

Parece-nos que tem toda razão o estrategista que, em plena campanha naval da 2ª Grande Guerra constatou que "**os submarinistas são os vilões bastardos que atacam nossos navios; e são os galantes guerreiros do mar que põem a pique os navios do inimigo**".

Até aqui fizemos uma "**aproximação**" sobre a influência do significado estratégico do submarino na for-



mação profissional do submarinista. Pretendemos evidenciar que os atributos profissionais específicos permeiam, consciente ou inconscientemente, a maneira de ver, sentir e reagir, o próprio comportamento dos submarinistas nas relações com o sistema mais amplo, a Marinha.

Sendo esta uma visão macro, ampla, abrangente, cabe esmiuçar as causas, motivações e razões das relações que emergem inter-grupo.

Nesta cota mais profunda, queremos crer que as características intrínsecas dos submarinos e os procedimentos para, com segurança e eficientemente, mantê-los e operá-los, além de serem exigências de indispensável rigor profissional, geram normas e valores comportamentais nas relações inter-grupo, dos indivíduos em coexistência social em ambiente de características tão especiais.

É conveniente, para ancorar nossa linha de reflexões, referimo-nos a algumas das características dos submarinos e dos procedimentos operacionais.

Pensamos, também, que tais referências são compatíveis com as **atividades iniciais** de um Curso de Aperfeiçoamento de Submarinos para Oficiais.

Cada uma das características inerentes, intrínsecas, dos submarinos implica, logicamente, o estabelecimento de procedimentos táticos e operacionais, desenvolvidos com racionalidade, sistematizados e utilizados em planejamento de operações e ações de submarinos.

Os submarinos foram concebidos e são projetados e construídos para operação em imersão, servindo-se do ambiente para ocultamento a sensores visuais e eletrônicos de frequência elevada. Esta capacidade de ocultamento remete, de forma especial, ao aproveitamento do fator surpresa e, de outro lado, dificulta o conhecimento completo, a cada instante, do meio exterior.

A liberdade tridimensional de movimentos na massa líquida e a independência da superfície do oceano capacita ao aproveitamento dos fatores físicos do ambiente, em benefício do rendimento dos sensores acústicos e de procedimentos táticos. Correspondem, entretanto, a colocar o submarino em ambiente em que a pressão externa, em constante variação com a cota de operação, representa um risco sempre presente e atuante.

O longo raio de ação dos submarinos possibilita seu emprego em cenários a grande distância da base, mesmo em áreas controladas pelo inimigo, com longa

permanência em operação em zonas de patrulha, resultando elevado rendimento operativo.

O melhor aproveitamento do espaço interno dos submarinos é obtido com arranjo compacto dos sistemas e equipamentos, em disposição que pode ser chamada de organização lógica e rígida, isto é, cada elemento tem seu lugar e cada espaço tem uma aplicação. Paralelamente, sistemas e equipamentos essenciais são duplicados ou redundantes, para garantir segurança, confiabilidade e disponibilidade.

A manipulação destas características e a preocupação contínua com a eficiência operativa, de meio de reconhecida importância estratégica, requerem minuciosos procedimentos de intenso conteúdo profissional e psíquico.

Assim, os procedimentos de operação dos submarinos impõem um comportamento profissional essencial e especial e influenciam o comportamento individual e social dos submarinistas.

Manter as condições de operação oculta exige o estabelecimento de rigorosas medidas de operação silenciosa — que justificam a denominação mística de "**serviço silencioso**" — e de discrição visual, acústica e eletrônica. Os riscos da pressão externa exigem atenção permanente a pequenos sinais de avarias. Neste contexto, os submarinistas estamos sempre atentos a minúcias, escutamos mais que falamos e estamos sempre a associar e a relacionar eventos pequenos e conhecidos para inferir e prospectar cenários mais amplos e externos, sem informações precisas e completas do ambiente e da evolução dos fatos. Há que prever possibilidades e antecipar soluções.

Os riscos inerentes à operação em imersão e à natureza bélica da atividade naval, a complexidade da operação coordenada dos sistemas de bordo, a longa duração das missões, o ambiente restrito e, até mesmo, a pequena privacidade individual, geram e requerem um forte senso de solidariedade grupal. Esta solidariedade nasce e prospera do reconhecimento da competência e da seriedade profissionais de cada um, desenvolvendo um imprescindível ambiente de confiança recíproca.

A duplicidade ou redundância dos equipamentos e sistemas e as rotinas doutrinárias de operação, que estabelecem a verificação sistemática de cada procedimento executado, dispõem, diria compulsoriamente, a aceitar a comprovação da correção das ações individuais, com naturalidade e em benefício da perfeição.



Em conclusão, somos mais que um grupo com qualificação especial, atingida por meio de aquisição de conhecimentos doutrinários e qualificação e treinamento intensos. Temos, submarinistas, um sentido de identidade grupal, um sistema ético e um conjunto de rigorosos padrões de realização.

Os submarinos têm silhueta fascinante e sua concepção combina compacta planta de propulsão e sistemas complexos. A vida a bordo depende de detalhes de procedimentos operacionais, que se transformam em rotina. Os submarinistas não podemos compreender a ausência de rotina em atividades profissionais.

Os submarinistas somos observadores atentos, orgulhosos do navio que tripulamos, cumprimos com dedicação e seriedade nossas tarefas, arriscamos conscientemente nossas vidas e permanecemos engajados em técnicas de manutenção, atividades operacionais e atualização de conhecimentos de estratégia naval.

Os submarinistas somos Homens do Mar completos. Não como lugar comum, mas como realidade, Marinheiros até debaixo d'água.

Meus prezados Oficiais alunos do Curso de Aperfeiçoamento de Submarinos, que aqui estão por vontade própria, em opção inteligente que realiza ideal nobre:

a conjuntura indica, claramente, que não chegaram aqui em busca de vantagens financeiras. Os valores que lhes motivam, certamente, são nobres e dignos. Os ideais contróem personalidades fortes e tudo que há em nós, em nossa família, em nossa Marinha, em nossa Pátria.

Ideais e valores éticos não estão em desuso; os senhores estão a demonstrar. Tenham orgulho disto!

O serviço em submarinos lhes trará momentos de intensa realização profissional.

Operação submarinos construídos no Brasil, graças a inspiração, razões, estudos e — devemos dizer — pressões de iniciativa dos submarinistas. A nossa valorosa Força de Submarinos, com a autoridade de seus argumentos e com eficiência operativa, tem promovido e incentivado a continuidade do programa estratégico e do processo tecnológico de dotar o Poder Naval brasileiro dos submarinos necessários à sua eficácia.

No desenrolar de suas carreiras, os senhores serão partícipes — participantes e não simples espectadores — das contribuições dos submarinos — esses

navios extraordinários — e dos submarinistas — estes homens do mar muito especiais — para o atendimento das responsabilidades do Poder Naval.

E, no final da carreira, a geração dos senhores estará comandando Marinha que incorporará submarinos com propulsão nuclear, em evolução que começou no início do século, com a olarividência de **Felinto Perry**. E não tem cessado um só instante, com o serviço silencioso e profícuo das gerações de submarinistas que se sucedem na história e valorosa Flotilha de Submarinos.

Prezados Oficiais que optaram pela mais profunda das especialidades dos Homens do Mar, desejo-lhes plena realização profissional e pessoal.

Quando conquistarem o direito de usar no uniforme de Oficiais da Marinha do Brasil, no lado do coração, o submarino de ouro, estarão fazendo parte de um segmento naval de Homens do Mar completos. Bons companheiros e belos amigos!

Em suas carreiras e em suas vidas tenham, sempre:

Boas águas!

Mantenham o trim satisfatório, equilibrado.

As baterias do espírito, carregadas com competência profissional, solidariedade e confiança recíproca, senso de responsabilidade, culto à eficiência e fidelidade aos princípios éticos e ao dever.

Nesta voga, vamos lá!

— Referências bibliográficas —

1. HUTINGTON, Samuel P. *The soldier and the state*. Cambridge Harvard University Press, 1957.
2. JANOWITZ, Morris. *O soldado profissional: um estudo social e político*. A.G.R. Dórea, Rio de Janeiro, 1967.
3. SOUZA, Marco Paulo A.G. *Nossos Submarinos*. Imprensa Naval, Rio de Janeiro.
4. VIANNA FILHO, Arlindo. *Estratégia Naval Brasileira*. Biblioteca do Exército Editora, Bibliex, Rio de Janeiro, 1995.
5. BRITO GUERRA, Yapery Tupiassu de. *A evolução do Submarino*.



BREVE HISTÓRICO DO PROGRAMA NUCLEAR DA MB

CMG (RRm) GILBERTO HUET DE BACELLAR SOBRINHO

Em fevereiro de 1978, o então Capitão-de-Fragata (Engenheiro Naval) Othon Luiz Pinheiro da Silva regressou ao Brasil após concluir o Curso de Energia Nuclear no "Massachusetts Institute of Technology" (MIT), nos EUA – curso instituído naquele renomado instituto, em 1949, por influência do Almirante (U.S. NAVY) Rickover.

Ocorreu do Comte. Othon ter sido recebido pelo Diretor Geral do Material da Marinha (DGMM), tendo feito, na oportunidade, uma breve explanação sobre as suas idéias, de desenvolvimento de um programa para a construção de submarino nuclear no país. O DGMM (Alte. Maximiniano) mostrou-se impressionado com a exposição, pois ainda tinha em mente o que, ainda como Capitão-Tenente, ouvira do Alte. Álvaro Alberto na década de cinquenta numa conferência no Clube Naval, quando o eminente Alte. relatou as pressões que enfrentava, na época, por defender que o país iniciasse o desenvolvimento de um programa nuclear independente. O DGMM determinou que o Comte. Othon elaborasse um relatório com as suas idéias.


Em seu Relatório, então apresentado, era sugerido que os esforços da MB fossem inicialmente concentrados no ciclo do combustível nuclear e, logo a seguir, no desenvolvimento do sistema de propulsão nuclear do submarino, usando unicamente esforço nacional, de forma a evitar qualquer impasse com os tratados e os acordos então assinados pelo país. Tecnicamente, iniciando-se um programa autônomo, sem a participação da NUCLEBRAS, evitar-se-ia colocar em risco o Acordo Brasil-Alemanha que, na época, era considerado importante para o país. o Relatório sugeria, também, que o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) – então sob esfera do Governo do Estado de São Paulo – fosse o grande parceiro do esforço autóctone, mencionando que para o enriqueci-

mento do urânio (elemento combustível do reator nuclear) a melhor opção seria o desenvolvimento da técnica de ultracentrifugação.

Com relação ao Acordo Brasil-Alemanha, cabe registrar que, durante a negociação dos contratos, a Alemanha retirou a possibilidade de venda da tecnologia de ultracentrifugação – inicialmente pretendida pelo Brasil – alegando bloqueio da Holanda, um de seus parceiros no consórcio, bloqueio este que teria sido motivado por pressões dos EUA. A Alemanha ofereceu em seu lugar, a tecnologia de enriquecimento por "jet nozzle", tecnologia de perspectiva discutível e que ainda se encontrava em fase de desenvolvimento, alternativa aceita tendo em vista expectativas inerentes ao Acordo.

Em dezembro de 1978, o Estado-Maior da Armada encaminhou ao Ministro da Marinha (MM) – já o Alte. Maximiniano – o mencionado Relatório, com parecer totalmente favorável. Após reunião do Almirantado, o MM aprovou as sugestões contidas no Relatório, ficando acertado que a MB deveria iniciar em 1979 as suas atividades na área nuclear, dando prioridade à viabilização do ciclo do combustível.

Visando institucionalizar as suas pretensões, a Marinha propôs junto à comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) um programa conjunto de colaboração, à semelhança do que ocorrera em países como os EUA, França e Inglaterra. O Presidente da CNEN, contudo, descartou qualquer tipo de colaboração. Entendendo que tal posição era mais uma postura pessoal do então presidente da CNEN, do que o ponto de vista da instituição, o MM elaborou uma Exposição de Motivos que obteve a aprovação presidencial, ainda em 1979.



O programa da Marinha para o desenvolvimento do submarino nuclear orientou-se, inicialmente, no sentido do domínio do ciclo do combustível nuclear. O IPEN mostrou-se capacitado a produzir o hexafluoreto de urânio, matéria-prima anterior ao processo de enriquecimento do urânio por centrifugação. A MB chamou a si o desenvolvimento das ultracentrífugas.

Em dezembro de 1981, sob a liderança do Comte. Othon, foi concluída a construção da primeira centrífuga nacional. A sua equipe, composta por sete engenheiros recém-formados especialmente selecionados em universidades nacionais e por cinco Oficiais Engenheiros Navais, era, a bem da verdade, reduzida para a dimensão do projeto. Contudo, a equipe contou com uma valiosa assessoria da comunidade técnico-científica nacional. Houve a necessidade, inclusive, de se criar, dentro da equipe, um grupo de técnicos dedicado exclusivamente à nacionalização, uma vez que os componentes sensíveis eram negados no exterior, em consequência das pressões contrárias ao projeto.

Em setembro de 1982 a marinha realizava, com amplo sucesso, a primeira experiência de enriquecimento de urânio, utilizando ultracentrífuga inteiramente fabricada no país. Investindo bem menos, obteve-se acesso a uma tecnologia de maior valor do que o "jet nozzle", no qual o país já havia consumido recursos substanciais sem resultados satisfatórios.

As repercussões do sucesso dessa experiência não demoraram a surtir seus efeitos na Política Nuclear do país. Em outubro de 1982 o presidente da CNEN foi substituído, assumindo o Dr. Rex Nazaré, manifestamente favorável ao esforço da MB. Em novembro do mesmo ano, o IPEN voltou à esfera federal, com maior prioridade e melhor contoplado em recursos.

Nessa época, também, foi criada a Coordenadoria para Projetos Especiais (COPESP), já sob a chefia do Comte. Othon, à época, como um departamento da Comissão Naval em São Paulo, correspondendo à atual COPESP, órgão, hoje, subordinado à DGMM. A COPESP teve a sua sede habilmente localizada, dentro do "campus" da Universidade de São Paulo (USP) e junto às instalações do IPEN.

A COPESP foi criada como uma organização naval de pesquisa, destinada a desenvolver, nacionalizar e homologar materiais, componentes, equipamentos e sistemas nucleares e navais. A diretriz fundamental para os seus empreendimentos incluía a concepção de diversos sistemas pelos técnicos e cientistas daquela Coordenadoria, IPEN e diversas instituições de pesquisa

e universidades do país. Essa mesma equipe que concebía os sistemas, acompanhava e fiscalizava a execução dos projetos básicos e de detalhamento, contratados junto a firmas nacionais projetistas, ou, de menor porte, porém com elevada qualificação técnica.

Em decorrência da metodologia de trabalho empregada na área nuclear, fortemente baseada na experimentação, fez-se necessário, também, a criação do **Centro Experimental de Aramar**, em Iperó, São Paulo, importante centro de pesquisa e de desenvolvimento naval pertencente à COPESP, atualmente ainda em fase de expansão, inserido no Plano de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Marinha.

Com os primeiros indícios da viabilidade de produção de combustível nuclear, a COPESP desenvolveu, em conjunto com o IPEN e desta feita com o apoio da CNEN, um programa de nacionalização de todos os componentes periféricos necessários às usinas de enriquecimento. Em setembro de 1984 foi colocada em funcionamento a primeira mini-cascata de ultracentrífugas. Em setembro de 1987, após as primeiras ultracentrífugas terem acumulado alguns milhares de horas de funcionamento, o Presidente da República anunciou, oficialmente, o domínio pelo Brasil do ciclo do combustível nuclear.

O desenvolvimento destas sofisticadas ultracentrífugas, girando a altíssima velocidade sobre mancais magnéticos, constituiu-se no primeiro grande projeto na área da mecatrônica (engenharia que lida com modernos sistemas mecânicos e eletrônicos de forma integrada) desenvolvido no país, tendo sido necessário empreender significativo esforço de pesquisa e de desenvolvimento nas áreas de materiais, de gás-dinâmica, de controles e de tecnologia de vácuo.

O êxito do processo de nacionalização, contido no domínio do ciclo do combustível nuclear, pode ser medido pela gama de materiais, componentes, equipamentos e sistemas, com avançada tecnologia, hoje projetados e fabricados no país em decorrência desse esforço. Além da área nuclear, diversas áreas foram beneficiadas, tais como: eletro-eletrônica, farmacêutica, química fina, petroquímica, alimentícia, mecânica, ótica, siderurgia, pesquisa aeroespacial, de defesa, telecomunicações, automobilística, refrigeração, micro-metalurgia, naval e laser, assegurando-se, ainda, o funcionamento contínuo de reatores de pesquisa nacionais, produtores de radioisótopos aplicáveis na medicina, indústria, biologia e agricultura.

Com a viabilização do ciclo do combustível nuclear, pôde-se também dar início ao desenvolvimento do reator de água *pressurizada* (PWR), para o sistema de propul-

são do submarino nuclear nacional, englobando um amplo programa de validação experimental. Dentre os principais laboratórios envolvidos nessa fase, podem ser citados os de neutrônica (contando com um reator de potência zero), de termo-hidráulica e os de desenvolvimento de equipamentos da propulsão nuclear.

Cabe mencionar, ainda, que o programa de desenvolvimento do reator naval para o submarino possibilita uma capacitação técnica paralela, na construção de centrais núcleo-elétricas, com capacidade de geração de até 600 MW, visando atender à crescente demanda nacional de energia. Os reatores PWR empregados na propulsão naval são os que vêm apresentando melhor aceitação, a nível mundial, para a produção de energia elétrica, pela incorporação de um sistema de segurança que garante o resfriamento do núcleo do reator, por convecção natural, independentemente de acionamento externo.

Entretanto, para se chegar ao submarino nuclear uma série de etapas ainda necessitam ser vencidas. No âmbito desse amplo programa, além da implementação de diversos laboratórios experimentais, há necessidade de construção de uma instalação protótipo, em terra, da planta nuclear da propulsão. Nesta instalação pretende-se que sejam testados e homologados todos os equipamentos e sistemas da propulsão nuclear e treinadas as futuras tripulações dos submarinos.

Dentre essas etapas, anteriores ao submarino nuclear, insere-se também a construção de uma base de submarinos nucleares (especialmente projetada para ins-

talação do reator no submarino e manuseio de combustível nuclear) e a possível construção de um submarino protótipo, idêntico ao nuclear, porém com um sistema convencional (diesel-elétrico) de propulsão.

No início dos anos 90, quando mobilizada, a COPESP chegou a contar, nos seus quadros, com a maior concentração de técnicos que se tem notícia na MB, correspondendo a cerca de 420 engenheiros e técnicos de nível superior, 30 dos quais com doutorado e 60 com mestrado em ciências, além de uma preciosa assessoria especializada, prestada por engenheiros do IPEN, da USP e de outros órgãos contratados junto à comunidade científica nacional.

O sucesso do programa nuclear da Marinha iniciado pelo Alte. Othon deveu-se, em grande parte, à estabilidade da equipe responsável pela condução do programa, aliada à sua competência técnica, ao dinamismo de determinadas iniciativas, à habilidade política na obtenção de recursos e ao arrôjo na conquista de conhecimentos (por vezes, além fronteira). À semelhança do Alte. Rickover, o Alte. Othon sempre selecionou, pessoalmente, todos os colaboradores do programa, segundo rígidos parâmetros profissionais.

BIBLIOGRAFIA: ver Monografia "O Uso da Energia Nuclear e o Poder Marítimo nos Próximos Trinta Anos", do CPEM/94 da EGN (BACELLAR SOBRINHO, GILBERTO HUET), do qual o presente artigo é um extrato.



IMERSÃO ESTÁTICA DO SUBMARINO "RIACHUELO".





O SUBMARINISTA

MÁRIO BERNSTORFF

O “Marzil” nosso pequeno navio de cabotagem carregava arroz em sacas no porto do Rio Grande para o Rio de Janeiro.

O tempo era frio e nublado naquele junho de 1969 e zarparíamos aquela tarde logo ao término do carregamento.

Eu despachava a bordo como motorista e fui a terra comprar cigarros para a viagem; Na volta ao passar junto ao canto de um dos armazens do cais, encontro com um mendigo; Estatura alta, cabelo e barba por fazer ele estava enfiado num sobretudo velho e surrado calçando sandálias com algumas tiras já arrebentadas.

Olhei-o com pena e desconfiança mas, naquele momento, não sei por que fui tomado de um sentimento de grande compaixão ao fitá-lo na profundidade de seus olhos azuis.

Ele fez sinal para que me aproximasse e pediu-me para conseguir, a bordo, algo de comer pois, como disse, não se alimentava há três dias.

Voltei ao navio e consultando “Seo” Raulino, o cozinheiro, arranjamos uma panela cheia com sobras de feijão com arroz, carne, macarrão e batatas e trouxe-lhe em seguida. Realmente aquele homem estava faminto pela maneira com que enchia a boca gulosamente.

Esperei que terminasse para a devolução da panela e perguntei; – Quem é você e o que está fazendo aqui?

Ao que ele respondeu num “portunhol” com forte sotaque germânico: “Yo soy uruguayo i necessito passagem parra Salvadorr donde tengo amigos qui mi ayudarrón; Podrria usted arranjarme esto en su buque?”

Expliquei que nosso navio não iria até Salvador mas ao Rio de Janeiro e que seu Armador dera ordem ao nos-

so comandante para não levar passageiros. Ainda assim insistiu dizendo que “Rio já estaria “bien!” para ele.

Impressionado e curioso fui, apesar de tudo, falar com capitão Juna e recebi, de cara, um categórico não.

Mais tarde, voltei “a carga” com o comandante ponderando, que seria até uma caridade que se fazia pois realmente; aquele homem me pareceu estar bem longe de sua pátria e de sua gente. O capitão estava irredutível, porém senti que ficou bastante sensibilizado com a insistência de meu pedido e... no último momento, quando o “Marzil” já largava as amarras, lá estava aquele homem em cima do cais e com um olhar suplicante mirava o velho casco de aço e depois a ponte de comando diretamente ao seu comandante.

Juna não resistiu e gritou: – Esperem, aguenta o lançante da proa! Manda embarcar este F... da P.... !

Barra a fora, o tempo havia melhorado e no convés lá estava Ramón, tal era o nome que nos informara, pican-do ferrugem e pintando para ajudar a “pagar” a passagem.

O pessoal de bordo emprestou-lhe roupas e sapatos de trabalho assim como sabão para um bom banho quente e lâminas de barbear. Ramón já era outro; Parecia mesmo um velho marinheiro no seu habitat.

Todos já se haviam acostumado com sua presença e os de convés ficaram até agradecidos com a ajuda extra pois o serviço de limpezas e pinturas tornara-se mais folgado.

Comecei a observá-lo mais atentamente e descobri que possuía uma espécie de carteira ou “capanga” da qual nunca se separava e à noite, ao dormir, colocava-a embaixo do travesseiro, no beliche.

Fiquei intrigado e curioso para saber quem, na realidade, era aquela pessoa que aparentava uma personalidade forte apesar de seu jeito humilde.

Altas horas da noite fui ao seu beliche e de lá sorrateiramente tirei aquela capanga; Com a ajuda do Chefe de máquinas, "Seo" Arão que entendia bem o alemão, conseguimos saber a identidade do nosso passageiro e também que ele fôra um fugitivo da Gestapo. Ali, em seus papéis, entre recortes de jornal dizia que ele fôra capitão na frota de submarinos alemã na segunda guerra e se recusara a afundar um navio inimigo que transportava feridos; Assim descumprindo ordens superiores era procurado como desertor. Seu verdadeiro nome era Comandante Maximilian Kumetzen.

No outro dia, logo pela manhã, encontrando com o alemão, chamo-lhe, a queima roupa, pelo nome: – "Bom dia Max, tudo bem?" Ele tomou um susto tremendo e só conseguiu dizer: – "O senhor andou vendo meus documentos, não é mesmo?"; Repondi-lhe que sim pois era minha obrigação saber mais a seu respeito já que fôra eu que lhe arranjava a passagem; Pediu-me que nada contasse a ninguém e aparentava estar amedrontado com minha descoberta.

O "Marzil" encontrava-se agora cerca de 80 milhas fora da costa no través com o Cabo de Santa Marta; O comandante Juna, conhecido por todos com "juna boca Suja" pois não falava três palavras sem dizer um palavrão, estava na ponte conferindo a navegação e tirando a posição estimada do navio. Subi ao passadiço para dar-lhe conhecimento da minha descoberta; Ramón, ou melhor Max, estava no convés junto com outros marinheiros que sob às ordens do mestre de convés executavam uma faixa de remoção de ferrugem e tratamento com pintura na borda falsa interna do navio.

Juna, surpreso com o que lhe contara sobre nosso passageiro, disse: – "Traz este P... aqui que eu quero fazer um teste com ele"; – "Se o desgraçado sabe andar lá embaixo d'água ele tem que saber também andar aqui em cima.

Ramón foi chamado à ponte para falar com o comandante e apresentou-se rápido porém com grande medo estampado em sua face. Juna mandou que ele estimasse a posição do barco, a qual, de antemão, já sabia. Os olhos do velho marinheiro brilharam com uma luz intensa; Uma estranha alegria irradiava-se de seu semblante; Tomou do sextante, fêz as tomadas rabiscou seus cálculos conferiu tudo muito rapidamente e enunciou: – "Nosotros estamos 80 milhas fórra do cabo Santa Marta"; Em seguida colocou na carta a posição exata do "Marzil", em latitude e longitude.

Juna olhou satisfeito e decretou: – "O F..da P... é bom mesmo!" e virando-se para Ramón: Mas não pensa que vai ter moleza porque aqui nesta po..., quem manda sou eu"; E dispensou o alemão que mais tranquilo voltou a "bater ferrugem" no convés.

Mais três dias de viagem e estávamos atracados agora no cais do porto do Rio de Janeiro.

Ramón pediu emprestado aos marinheiros uns trocados para ir à terra cortar os cabelos e saiu de bordo pela manhã não retomando mais.

Juna tomando ciência do fato falou: "Foi bom mesmo nos termos livrado desta po deste alemão". Esta estória de comandante de submarino ainda poderia nos fu.... a todos". O fato já estava quase esquecido e iniciávamos carregamento de volta para o sul.

No terceiro dia eis que entra na faixa do cais, uma limusine preta da embaixada alemã e para ao lado do "Marzil".

Juna logo que viu o carro disse; – "Eu sabia que o caso daquele alemão ia dar em merda; Lá vem encrenca!".

Ficamos todos olhando quando o motorista saltando rápido e gentilmente foi abrir a porta para a saída do seu importante passageiro. Do carro desce um figurão trajando bom terno de casemira, camisa de sêda pura, bonita gravata da moda e sapatos em cromo alemão legítimo. Ficamos todos admirando aquela pessoa tentando adivinhar de quem se tratava. Ele caminhou para perto do navio e diante da nossa maior surpresa falou: – "Mas quê passa, non estan reconociendo Max?".

Aí foi uma descontração geral. Contou-nos que fôra à embaixada alemã e após relatar sua estória e apresentar seus documentos foi muito bem recebido. Ganhou aquelas roupas e uma passagem de avião para Salvador onde já haviam localizado seus amigos que lá o estariam esperando na chegada do vôo Rio-Salvador, daquela tarde.

Viera agradecer a acolhida recebida à bordo do "Marzil" e devolver as roupas e sapatos emprestados. Despediu-se abraçado por todos e foi embora.

Juna, ainda debruçado no passadiço, olhando o carro desaparecer no portão do cais, murmurou: – "Mas que alemão F..... da P..... De sorte!

Nota: Todos os nomes próprios são fictícios. Qualquer semelhança com pessoas ou fatos reais terá sido mera coincidência.

Prático do porto de S. Francisco do Sul.

Mário Bernstorff - "Contos de Uma velha Terra"



CAVITAÇÃO EM PROPULSORES

CC(EN) RICARDO SBRAGIO

I - INTRODUÇÃO

O fenômeno de cavitação em propulsores foi verificado primeiramente por CHARLES PARSONS durante ensaios com o navio Turbinia no final do século XIX. O Turbinia era um navio experimental equipado com uma turbina a vapor de 1500 HP e um propulsor de 2 pás e 30 polegadas de diâmetro, o qual operava sem redução a 2500 rpm. Este navio tinha sido construído com o objetivo de provar a superioridade das turbinas a vapor sobre motores alternativos. Em seu primeiro teste o Turbinia atingiu uma velocidade de somente 20 nós, enquanto se esperava que ele atingisse mais de 30 nós.

PARSONS realizou experimentos nos dois anos seguintes usando modelos de propulsores de 2 polegadas de diâmetro, que foram ensaiados em um tanque circular com água quente. A observação dos modelos foi feita com um estroboscópio projetado por ele mesmo, o que o possibilitou descrever a injeção de cavitação(1). O problema do Turbinia foi solucionado através da substituição de sua turbina por três turbinas menores acopladas em três eixos, tendo cada um três propulsores de 18 polegadas instalados(2). Desta forma, reduziu-se o carregamento sobre estes propulsores, melhorando as suas características quanto à cavitação. O navio atingiu oficialmente uma velocidade de 32,61 nós em 1897.

Vários outros problemas relacionados à cavitação em propulsores de navios, no decorrer deste século, levaram à necessidade de se estudar e de se evitar a ocorrência de cavitação. Atualmente, no caso de navios mercantes, o uso de altas velocidades e de maiores deslocamentos provocaram um aumento nas potências instaladas, o que levou os projetistas de propulsores ao uso de técnicas

mais sofisticadas para o estudo de cavitação. No caso de navios de guerra, principalmente submarinos, os requisitos de ruído tornam fundamental este estudo em virtude da cavitação em propulsores ser uma das principais fontes de geração de ruído em submarinos.

Este artigo visa descrever o fenômeno de cavitação que pode ocorrer em um propulsor. São apresentados, assim, a maneira como este fenômeno é gerado, como ele atua na pá e quais os fatores que o influenciam.

2 - TIPOS DE CAVITAÇÃO

A cavitação consiste na formação de cavidades no meio fluido. Pode ser classificada em dois tipos. No primeiro, a cavidade (bolha de vapor) se forma e se expande pela vaporização do fluido causada pela queda de pressão à temperatura constante. É denominada de cavitação vaporosa e ocorre quando a pressão local do fluido se aproxima da pressão de vaporização. Em uma pá de propulsor estas cavidades, após se formarem, deslocam-se de regiões de baixa pressão para regiões de pressão mais elevada e colapsam violentamente, dando origem à erosão e ruído. No segundo tipo, a cavidade ou bolha pode se formar e crescer devido à difusão de gases dissolvidos na água para o interior da cavidade. É a chamada cavitação gasosa. Este tipo de cavitação pode ser visto, no dia a dia, nas bolhas que se formam em copos de cerveja, por exemplo. Os gases dissolvidos no líquido se difundem para o interior de imperfeições no vidro do copo. Em um certo ponto, os gases perdem a estabilidade e se deslocam para a superfície. Embora na cavitação gasosa a pressão de injeção seja maior do que a pressão de injeção da cavitação vaporosa, tem-se que a sua escala de tempo de formação e colapso das bolhas é muito maior. Assim, du-

(1) - A injeção de cavitação é o momento em que ocorre a formação de bolhas de vapor por causa da queda de pressão no propulsor.

(2) - Este tipo de instalação, em que mais de um propulsor é instalado em um eixo sendo que todos possuem a mesma direção de rotação, é denominado, na literatura, de "tandem propellers". Quando os propulsores em um mesmo eixo rodam em direções contrárias são denominados de "contrarotating propellers" (propulsores contrarrotativos).

rante o processo de cavitação vaporosa, a formação e o colapso das cavidades ocorrem em um tempo extremamente curto, muito menor do que o necessário para que haja difusão gasosa para dentro das mesmas. Por isto, os processos de cavitação hidrodinâmicos são eminentemente vaporosos.

Os líquidos são capazes de resistir à tensão de tração. O experimento de BERTHELOT (1850) demonstrou, através do aquecimento e posterior resfriamento da água, que aparecem no líquido tensões de tração, em virtude da aderência do mesmo às paredes do recipiente em que se encontra. A resistência a tração será tanto maior quanto menor for a quantidade de impurezas ou gases dissolvidos no meio líquido. Para que haja a formação de cavidades, é necessário que haja, no líquido, pontos fracos que possibilitem o desenvolvimento delas no seu interior. Estes pontos fracos podem ser bolhas de ar, gases ou outros líquidos dissolvidos. No caso da água do mar, vê-se claramente que é um ambiente propício para a formação de cavidades.

Além da classificação da cavitação em gasosa e vaporosa, pode-se classificá-la, também, da seguinte forma:

- Cavitação devido à formação de bolhas de vapor ("bubble cavitation");
- Cavitação devido à formação de folhas de vapor ("sheet cavitation");
- Cavitação devido à formação de vórtices de ponta ("tip vortex cavitation"); e
- Cavitação devido à formação de vórtices de bosso ("hub vortex cavitation").

a) Cavitação devido à formação de bolhas de vapor: A cavitação sob a forma de bolhas ocorre devido à queda de pressão no fluido quando este escoar sobre a superfície curva de um perfil(3). As bolhas de vapor se formam devido à baixa pressão no perfil e implodem quando entram em regiões de pressão mais elevada. O crescimento e colapso rápido das bolhas provocam ruído, vibração e erosão sobre a pá. Quanto maior a espessura ou o camber(4) do perfil mais facilmente ocorrerá este tipo de cavitação.

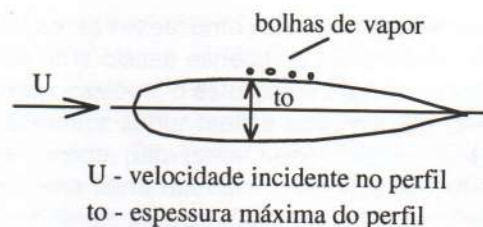


Fig. 1 - Cavitação em bolhas

b) Cavitação devido à formação de folhas de vapor: A cavitação sob a forma de folhas tem início no bordo de ataque das pás dos propulsores e ocorre quando a pressão nesta região atinge um valor próximo à pressão de vaporização do fluido. Isto pode acontecer quando os perfis das pás operam em ângulos de ataque diferentes do ângulo de ataque ideal(5). A queda de pressão que ocorre quando o ângulo de ataque se afasta do ângulo de ataque ideal pode provocar este tipo de cavitação nas proximidades do bordo de ataque. A cavitação ocorre no dorso quando o ângulo de ataque for positivo e na face quando o ângulo de ataque for negativo, estendendo-se para ré do perfil sob o formato de uma folha de vapor. Uma maneira de reduzir o efeito da queda de pressão no bordo de ataque é arredondá-lo, permitindo que o fluido o contorne, gerando uma queda de pressão menor. Portanto, quanto maior for a espessura do bordo de ataque, maior poderá ser o ângulo de ataque do escoamento sobre o perfil.

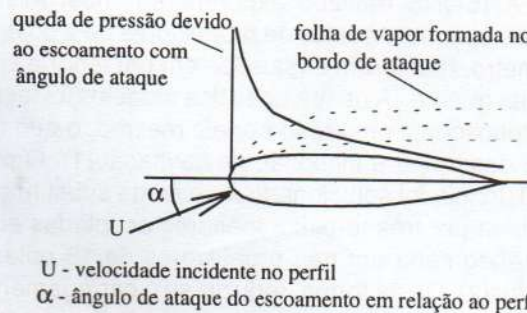


Fig. 2 - Cavitação devido à formação de folhas de vapor

A ocorrência da cavitação devido à formação de bolhas e da cavitação em forma de folhas são fenômenos distintos, embora ambos sejam gerados pela queda de

(3) - O perfil é representado pela interseção da pá com uma superfície cilíndrica em um determinado raio. A parte do perfil por onde incide o fluxo é o seu bordo de ataque. A parte por onde sai o fluxo é o seu bordo de fuga. A linha que une o bordo de ataque ao bordo de fuga é denominada de corda. Nas figuras 1 e 2 pode-se ver o formato de um perfil simétrico típico.

(4) - O camber representa a curvatura da linha média de um perfil. Perfis simétricos possuem camber zero. O camber é usado para que o perfil gere sustentação, mesmo com incidência do fluido em ângulo de ataque igual a zero.

(5) - O ângulo de ataque ideal é aquele que provoca a menor queda de pressão no bordo de ataque de um perfil. É desejável que a incidência do fluido ocorra no ângulo de ataque ideal a fim de se evitar a inccpção de cavitação no bordo de ataque.



pressão no perfil. Na análise destes dois tipos de cavitação verifica-se que há uma solução de compromisso no projeto do propulsor. Aumentando a espessura do perfil, permite-se um arredondamento de seu bordo de ataque, diminuindo a possibilidade de cavitação em folhas. Reduzindo a espessura, evita-se a cavitação por formação de bolhas. A espessura que otimiza esta solução de compromisso é a que permite a máxima variação do ângulo de ataque para um dado índice de cavitação, sem que haja a ocorrência de qualquer tipo de cavitação. O perfil assim obtido é denominado de perfil ótimo.

c) Cavitação devido aos vórtices de ponta e de bosso:

A cavitação devido à emissão de vorticidades pela pá ocorre em virtude da queda de pressão no núcleo destes vórtices. A pressão é mínima no centro dos vórtices e, ao atingir aproximadamente a pressão de vaporização, ocorre a cavitação no seu núcleo. Estes vórtices são emitidos ao longo de toda a pá, mas possuem intensidade maior na região da ponta da pá e no bosso, porque nestas regiões ocorre a equalização de pressões entre a face e o dorso do propulsor(6). Além disto, os vórtices emitidos pela pá se deformam e se enrolam inteiramente nestas regiões, formando os vórtices de ponta (tip vortices) e o vórtice de bosso (hub vortex). Estes vórtices se propagam de forma helicoidal (na ponta da pá) ou retilínea (no bosso), devido à velocidade de rotação e de avanço da pá (figura 3). A emissão dos vórtices de ponta e de bosso pelo propulsor é análoga à emissão de vórtices que ocorre em outras superfícies de sustentação, e que são mais comuns de se observar, como as verificadas em aerofólios de carros de corrida ou nas pontas das asas de aviões.

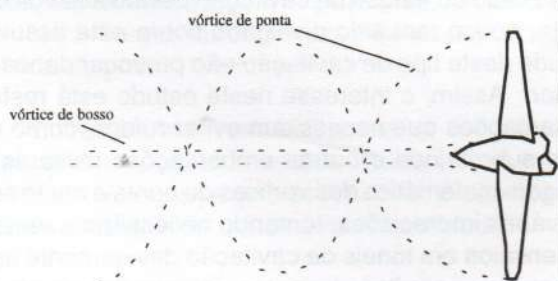


Figura 3 – Vórtices de ponta e de bosso

A cavitação devido aos vórtices de ponta e de bosso não provoca danos ao propulsor (o colapso das bolhas ocorre na esteira do propulsor). Assim, o interesse neste tipo de cavitação restringe-se às embarcações que necessitam minimizar o ruído irradiado, como é o caso de submarinos e outros navios militares. A cavitação devido à

emissão de vórtices de ponta é a primeira a ocorrer em um propulsor. Os vórtices emitidos provocam ruído antes mesmo deles poderem ser visualizados(7), em virtude do escoamento de água em alta velocidade neles. Assim, na especificação dos requisitos de propulsores para estes tipos de embarcações, é fundamental definir a inceptção de cavitação como sendo estabelecida pela emissão de ruído pelos vórtices de ponta (antes mesmo da visualização destes) e não pela inceptção convencional da cavitação nas pás (cavitação em bolhas ou em folhas), a qual ocorrerá posteriormente.

3 – INFLUÊNCIA DA RUGOSIDADE NA CAVITAÇÃO DEVIDO AOS VÓRTICES DE PONTA.


O efeito natural da rugosidade em propulsores é o de aumentar o atrito, reduzindo a sua eficiência. É muito importante que as pás sejam, polidas de modo a apresentar uma rugosidade dentro de padrões aceitáveis. Porém, verifica-se que o emprego de rugosidades distribuídas de forma criteriosa sobre a pá pode retardar a cavitação devido aos vórtices de ponta.

Este efeito benéfico do uso de rugosidades pode ser entendido fisicamente quando se considera que elas provocam um aumento da espessura da camada limite gerada, pelos efeitos viscosos e, portanto, do raio dos vórtices emitidos pelo propulsor. A intensidade destes vórtices não sofre variação devido aos efeitos viscosos. Assim, com o aumento dos raios, diminuem-se as velocidades periféricas nos vórtices e reduz-se a queda de pressão nos seus centros. Evita-se, assim, que se atinja a pressão de vaporização do líquido. Desta forma, a cavitação devido aos vórtices de ponta é atrasada, permitindo que o submarino utilize o mesmo carregamento no propulsor em menores profundidades, aumentando a velocidade livre de cavitação. As rugosidades distribuídas, em contrapartida, aumentam o arraste viscoso da pá, devendo ser usadas criteriosamente.

Este fato foi verificado, de forma experimental por JOHNSON e RUTGERSSON² no SSPA (Suécia). O estudo por eles feito verificou a influência do uso de vários padrões de distribuição de rugosidades e de bulbos em hidrofólios que representassem uma seção de pá do propulsor. Os bulbos e rugosidades isoladas não se demonstraram eficientes em retardar a inceptção de cavitação. O uso de rugosidades distribuídas aplicadas no bordo de ata-

(6) – Na ponta da pá e no bosso há uma equalização de pressões entre o dorso e a face. Na ponta da pá isto ocorre por causa da passagem do fluido que se encontra no lado de alta pressão (face) para o lado de baixa pressão (dorso). No bosso ocorre a mistura do fluido da face de uma lâmina (alta pressão) com o fluido do dorso da lâmina seguinte (baixa pressão). Como as pressões são equalizadas, há uma perda de empuxo nestas regiões.

(7) – Os vórtices de ponta e de bosso são facilmente visíveis em túneis de cavitação quando se atinge as condições necessárias de queda de pressão no propulsor.



que, entretanto, revelou uma substancial melhoria, retardando a inceptção de cavitação. As conclusões de seu trabalho ressaltaram a importância em se cobrir a ponta da pá com rugosidades e mostraram que o aumento do arraste foi da ordem de 1 a 10%, dependendo do carregamento do hidrofólio, o que resultaria em uma perda de eficiência no propulsor da ordem de 1 a 2%. Em contrapartida, foi obtido um aumento de 10 a 15% na velocidade livre de cavitação.

Embora os números obtidos por JOHNSON e RUTGERSSON sejam específicos do tipo de hidrofólio usado, os seus resultados abrem uma linha de pesquisa no estudo dos vórtices de ponta emitidos pelos propulsores. Verifica-se, devido às dificuldades de modelagem com precisão deste fenômeno, que o estudo de vórtices de ponta deve ser feito com uma forte base experimental através de ensaios em túneis de cavitação equipados de forma a poder medir o nível de ruído irradiado por propulsores.

4 – EFEITOS DA CAVITAÇÃO EM PROPULSORES

Os seguintes efeitos podem ocorrer devido à cavitação nas pás de propulsores:

- Queda na performance do propulsor;
- Erosão e corrosão na pá; e
- Vibração e ruído.

Queda da performance do propulsor: A cavitação age sobre os perfis que compõem as pás do propulsor alterando o fluxo sobre os mesmos. Isto influencia a distribuição de pressões sobre os perfis, provocando alterações no empuxo, no torque e, conseqüentemente, na eficiência. O efeito é basicamente o de reduzir a relação entre a sustentação e o arraste, diminuindo assim, a eficiência.

Erosão e corrosão na pá: O processo de colapso das bolhas formadas pela cavitação provoca erosão na pá do propulsor. Esta erosão é bastante localizada e ocorre principalmente na cavitação devido à formação de bolhas. Segundo VAN OSSANEN⁵, uma teoria muito aceita é a que propõe que a alta energia associada ao colapso destas bolhas é devida à entrada de um jato d'água na bolha durante o seu colapso, provocando uma onda de choque e erosão sobre a superfície do propulsor, na região aonde a pressão começa a se elevar. A erosão ocorre principalmente na cavitação devido à formação de bolhas, podendo ocorrer também na cavitação em forma de folhas, no caso das folhas de vapor se quebrarem em bolhas individuais sobre a superfície da pá.

Um outro efeito que pode ocorrer na pá é um processo de corrosão associada à erosão. Quando se inicia a

erosão devido à cavitação, a corrosão acelera o processo de destruição da pá. Por outro lado, a ocorrência de corrosão provoca a formação de rugosidades que facilitam o processo de cavitação caso a pressão seja suficientemente baixa. As rugosidades originadas pela corrosão aumentam a turbulência da camada limite, provocando flutuações elevadas na distribuição de pressões, as quais, dependendo da pressão média do fluido, gerarão em diversos pontos pressões correspondentes às de vaporização do fluido.

Vibração e ruído: O impacto resultante da implosão das bolhas de cavitação sobre a superfície da pá, de forma contínua, gera esforços vibratórios sobre o propulsor, além de danificá-lo. Além disto, o ruído provocado por estas implosões é irradiado no meio fluido, sendo indesejável no caso de embarcações militares, especialmente submarinos.

5 – CONCLUSÃO

O fenômeno de cavitação pode ser classificado em cavitação em folhas, em bolhas ou devido à formação de vórtices. A cavitação ocorre quando a queda de pressão nas pás de propulsores atinge valores próximos à pressão de vaporização do fluido. Seu efeito é gerar uma queda de performance do propulsor, erosão e corrosão da pá, vibração e ruído. Para o propulsor de um submarino, há um interesse particular na cavitação devido aos vórtices de ponta em virtude do ruído emitido por este tipo de cavitação ocorrer antes do que a cavitação na pá propriamente dita (cavitação em folhas ou em bolhas).

No caso do estudo da cavitação devido aos vórtices de ponta, pouco tem sido divulgado sobre este assunto, em virtude deste tipo de cavitação não provocar danos no propulsor. Assim, o interesse neste estudo está restrito às embarcações que necessitam evitar ruídos, como é o caso de submarinos e outras embarcações militares. A modelagem matemática dos vórtices de ponta é muito sensível à várias imprecisões, tomando necessária a realização de ensaios em túneis de cavitação devidamente aparelhados, que permitam levantar dados relacionados à estes vórtices.

O uso de rugosidades distribuídas na pá para se atrasar a inceptção da cavitação devido aos vórtices de ponta representa uma linha de pesquisa interessante em virtude de ser possível se aumentar a velocidade livre de cavitação de um submarino através do uso de rugosidades. Os trabalhos de JOHNSON e RUTGERSSON² no SSPA (coordenados pelo Swedish Defence Material Administration) demonstraram que a inceptção deste tipo de cavitação pode ser atrasada usando-se rugosidades distribuídas, ocorrendo, porém, uma pequena perda de eficiência do propulsor devido ao aumento do arraste viscoso.

Por fim, cabe ressaltar a importância da definição correta do fenômeno de cavitação nos requisitos de um propulsor. Em um propulsor de uma embarcação mercante, a cavitação de interesse é a cavitação em folhas ou em bolhas, responsáveis pela erosão do propulsor. Em embarcações militares, principalmente submarinos, a cavitação deve ser definida a partir do ruído irradiado pelos vórtices de ponta que são emitidos pelo propulsor. A cavitação gerada pelos vórtices de ponta é o primeiro tipo de cavitação a ocorrer no propulsor. Antes mesmo que a pressão no núcleo destes vórtices atinja a pressão de vaporização, ou seja, antes mesmo que estes vórtices cavitem, eles estarão emitido ruído devido ao escoamento em alta velocidade. A injeção de cavitação, neste caso, deve ser definida como sendo o instante em que são emitidos os primeiros ruídos capazes de identificar o submarino.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 – GREELEY, D.S.; YERWIN, J.E. Numerical Methods for Propeller Design and Analysis in Steady Flow.

Transactions of the SNAME.
V. 90, 1982, p.415-453.

2 – JOHNSON, C.A. e RUTGERSSON, O. Leading Edge Roughness – A Way to Improve Propeller Tip Vortex Cavitation. **Propeller/Shafting'91 Symposium**, SNAME, Virginia Beach, Setembro de 1991, p. 12.1 – 12.8.

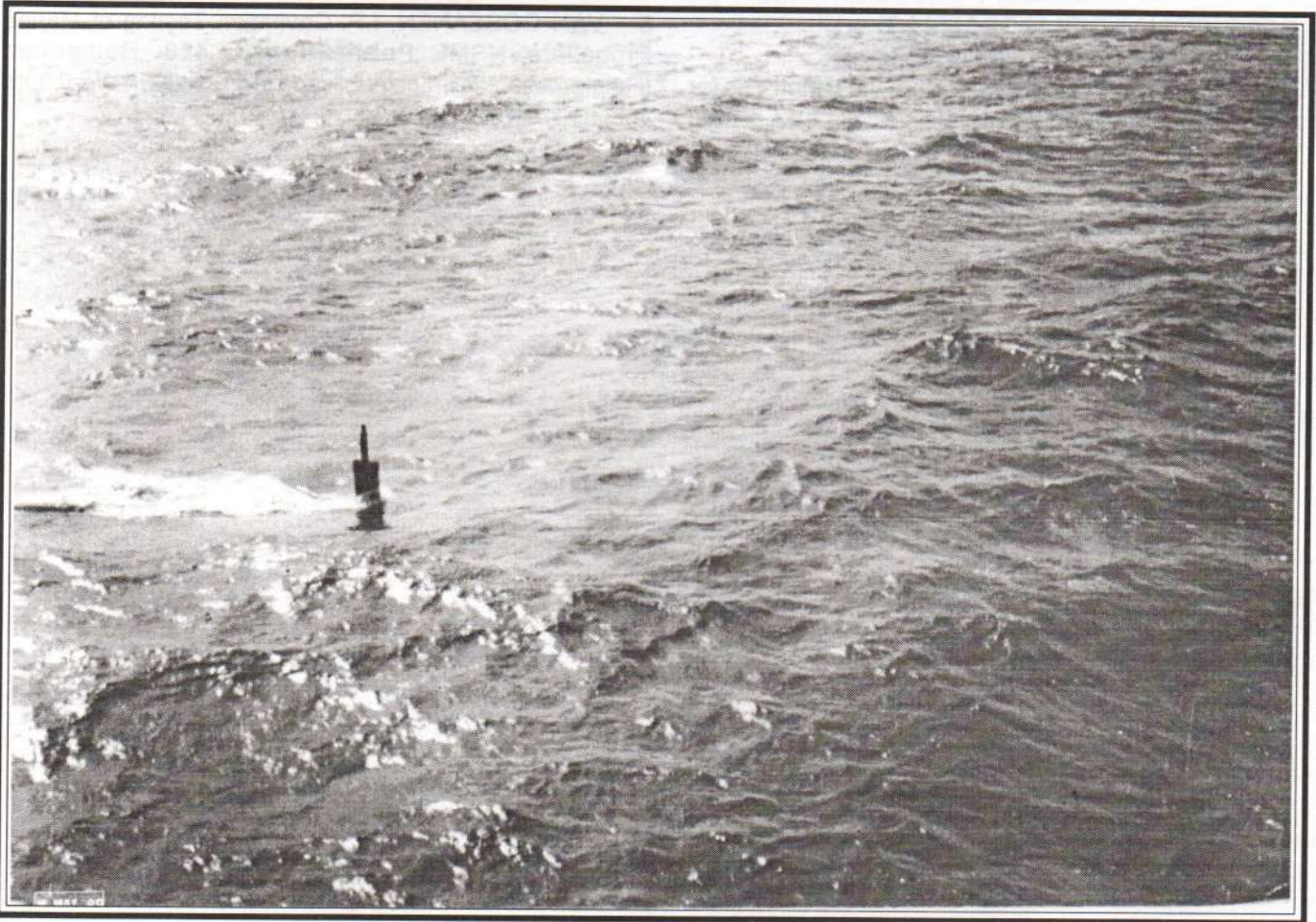
3 – LOUKAKIS, T.A. A New Theory for the Wake of Marine Propellers. **Report no.71-1 of the Massachusetts Institute of Technology.** Cambridge, Massachusetts, May 1971.

4 – OXFORD UNIVERSITY PRESS. **Incompressible Aerodynamics.** 1960, p.509511.

5 – VAN OOSSANEN, I.P. Cavitation Testing of Marine Propellers. NSMB **Publication No.418.** Rotherdam (Reimpressão de artigo publicado em "Schip En Werf" 39th vol., no. 13 e 14, 1972)



"ATACANDO."





PORQUE UM PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE SAÚDE PARA A FORÇA DE SUBMARINOS

CC (MD) EDUARDO FLORES

A Força de Submarinos, localizada na Ilha de Mocanquê Grande, com acesso pela Ponte Rio-Niterói, reúne uma população de cerca de 1.500 homens, que exercem suas atividades à bordo de submarinos (Riachuelo, Tonelero, Tupi, Tamoio e o em fase de construção — Timbira), em navio de superfície (NSS Felinto Perry), ligadas a instrução/formação de pessoal (C.I.A.M.A. — Centro de Instrução Almirante Áttila Monteiro Aché), os que as desempenham ligadas ao apoio (B.A.C.S. — Base Almirante Castro e Silva) e aqueles que exercem suas atividades na própria Força de Submarinos.

A vida profissional de um submarinista, assim como a de um mergulhador, atividades estas subordinadas à Força de Submarinos, possuem peculiaridades especiais, inclusive sob o ponto de vista de saúde, em seu sentido mais amplo.

Em relação aos submarinos — Estes são navios onde as condições de conforto são mínimas, com pouca privacidade, com grande confinamento e condições de higiene limitadas por restrição de aguada. O submarino é o primeiro navio que suspende e o último que atraca, com frequência viaja "escoteiro". O serviço é "apertado", tanto no porto quanto no mar. As condições de iluminação são precárias, existem longos períodos sem exposição a luz natural. A atmosfera de bordo é constantemente contaminada por partículas de óleo e hidrogênio das baterias, o que acarreta ao submarinista um odor característico. O submarinista, antes estimulado pela sedução "Julioverniana" e pelo espírito aventureiro vê, com o passar do tempo, a sua saúde psíquica à princípio, bem como sua saúde física, serem comprometidas sem que, neste momento, possa vislumbrar uma perspectiva de melhora ou mesmo de reconhecimento.

Em relação aos mergulhadores, jovens impetuosos de início, igualmente seduzidos pelo desafio do mar, em seu cotidiano de realidade trabalham duro, limpando cascos dos navios em águas escuras e contaminadas, muito diferente daquele azul que norteava seus sonhos. Estão constantemente destacados em apoio aos navios de superfície e operações aéreas desenvolvidas em seus conveses. Suas famílias esperam longos períodos para um pequeno convívio.

Bem, até aqui falamos dos embarcados e operativos. E aqueles que servem em terra? Estes, em sua grande maioria, são os "velha guardas", aqueles, que depois de "gurnirem" anos a fio, lhes foi dada as tarefas de administrar/coordenar (Força de Submarinos), ensinar (CIAMA) ou apoiar (BACS). Este três últimos número de militares chamados "restritos", por possuírem problemas de saúde diversos, que os impedem, no momento, de exercerem suas atividades à bordo dos navios.

O número de militares com problemas de saúde, com o passar dos anos, vem se avolumando de tal maneira que, mesmo embarcados, já há alguns com restrições. Tal fato se deve a exigüidade de pessoal subspecializado em submarinos.

Hoje em dia, os atrativos para atividade de submarinos tem se tornado escassos, tais como:

1 — A indenização de compensação orgânica para submarinistas e mergulhadores, dinheiro nestes tempos de dificuldade, importante fator de motivação, foi reduzida de 40 para 20% há alguns anos, juntamente com outros arrochos salariais, em uma profissão onde, por suas peculiaridades, é de dedicação exclusiva e integral em um ambiente insalubre ou hostil.



2 — A difícil vida de bordo, o serviço "apertado", as viagens constantes, a sobrecarga de trabalho decorrente da falta de pessoal, o desgaste da própria idade e do tempo de embarque, a falta de reconhecimento profissional e de rodízio de pessoal, faz com que um outro importante fator de motivação, que é o próprio submarinista, se torne por outro lado, um desmotivador.

3 — Hoje, o Oficial ou mesmo o Marinheiro, vislumbra junto a seus amigos civis, uma qualidade de vida e de oportunidades que a ele, ao optar pelos submarinos, não será oferecida ou não terá acesso. Muitos dos que servem em terra fazem faculdades, cursos de extensão, e tem uma escala de serviço mais "solecada".

4 — Se a entrada de homens com "vocação" para subespecialização em submarinos tem diminuído, se tornando neste momento fator crucial para operação destes navios, igualmente, a recuperação daqueles, portadores de patologias diversas, já aperfeiçoados e com uma razoável experiência profissional, e no momento julgados "restritos", sob o ponto de vista de saúde, tem se perpetuado nesta situação.

Várias são as causas desta "perda em linha" na recuperação e/ou na readaptação deste importante contingente; se não vejamos:

1 — O homem "restrito" em sua maioria, passa a servir em terra, em uma condição melhor de trabalho e de assistência a sua família, podendo inclusive, em grande parte deles, exercer alguma função que lhes traga, extra Marinha, ajuda financeira;

2 — O homem doente, à bordo, vê o seu tratamento inviabilizado. A doença oral (doenças dentárias e gengivais), constituem-se no exemplo mais gritante e na maior causa de patologias observadas durante as inspeções anuais de saúde, e a cada ano só pioram;

3 — Os parâmetros de saúde exigidos na seleção foram reduzidos ao mínimo aceitável, visando aumentar o número de recrutados. Este fato tem custado um preço futuro talvez não compensador, quando se considera o investimento técnico e financeiro no homem, em detrimento ao que deveria ser investido em saúde;

4 — O homem restrito "cultiva" sua doença, já que ela é a possível garantia de que não servirá embarcado. E assim o homem passa a ter mais interesse em que fique permanentemente doente do que se recupere;

5 — Os problemas psicológicos, nos "restritos", tais como reação ansiosa, depressão, inadaptação pro-

fissional são a rotina nas inspeções de saúde, e uma das maiores causas de incapacidade nas Juntas de Saúde, já que o homem sempre alega que a atividade de submarinista é para voluntários e que ele já não se sente bem para exercê-la;

6 — O Militar julgado incapaz em inspeção de saúde não recebe, atualmente, qualquer orientação consistente para que possa se tratar, nem onde, nem como. Tratar ou não passa a ser uma opção exclusivamente sua.

7 — A medicação, eventualmente prescrita, muitas vezes inexistente para ser fornecida. A aquisição, de maneira subsidiada no Sistema de Saúde da Marinha nem sempre é possível e o seu custo, principalmente quando de uso contínuo, em farmácias, se torna um fardo em um orçamento já bastante combalido.

8 — O homem doente, ao procurar uma assistência médica, muitas vezes tem sua consulta marcada para meses depois. A cada dia que vai ao hospital, a espera é longa e o Médico que o atende muda com frequência, deixando nele, muitas vezes, a sensação de que sua doença é avaliada com descaso;

9 — A Marinha, dentro de seu sistema de saúde e de ensino, ainda não possui um programa de readaptação funcional. Aqueles julgados incapazes para uma determinada especialidade, não podem ser requalificados em outras, nas quais suas restrições não sejam relevantes.

A força de Submarinos, considerando-se no contexto a Base Almirante Castro e Silva, que possui um Departamento de Saúde, poderia, a meu ver, minorar grande parte destes problemas, caso optasse por desenvolver uma política de saúde própria, voltada em princípio para a medicina preventiva, e para a recuperação deste pessoal "perdido", já que seu universo é pequeno e possui características muito peculiares.

Para desenvolver este sistema embrionário de atendimento global de saúde, aos moldes do "Médico de Família", o Departamento de Saúde da BACS prescinde, à princípio, de pessoal. O pessoal, no que tange aos Médicos e a seus auxiliares, já existe, se não vejamos:

a — São aperfeiçoados em Medicina de Submarinos e Escafandria exclusivamente;

CMG Setta (atualmente vice-diretor do CPMM)
CC Soares (médico do HNMD)
CC Eduardo (médico da BACS)
CC Fernando (médico da CIAMA)

b — São subespecializados em Medicina de Submarinos e Escafandria:

CF Nilton (médico do CPMM) — Anatomia Patológica;
CC Iriano (médico do HNMD) — Gastroenterologia;

CC Elmo (médico no Ambulatório Naval de Rio Grande) — Cardiologia;

CC Abel (médico do CPMM) — Oftalmologia;

CT Rodrigues (médico da FORAER) — Ginecologista;

CT Souza Mendes (médico da BACS) — Otorrinolaringologia;

CT Alvaro (médico no Ambulatório Naval de Rio Grande) — Clínica Médica.

Excluindo-se os dois Médicos mais antigos (CMG e CF) para compor a JSAE/CPMM, o CC Iriano que serve no HNMD, ainda restam 8 (oito) médicos qualificados para desenvolver um programa de recuperação de Saúde na Força de Submarinos, que conta no momento, com apenas 4 destes Médicos, estando fora inclusive, a maioria dos mais modernos.

Os homens doentes, no momento, se quer são conhecidos por estes Médicos, inclusive pelos que servem na própria BCAS, e desta forma jamais serão recuperados.

O QUE PODE SER FEITO:

1 — Implantar uma mudança no perfil de funcionamento do Departamento de Saúde da BACS, aos moldes do que já existe na FORAER, criando o "MÉDICO DE SUBMARINOS", que teria como função relacionar os incapacitados, acompanhá-los como descrito anteriormente, como "MÉDICO DE FAMÍLIA", convocando-os para consultas periódicas, sempre com o mesmo Médico, que o conheceria a fundo, com seus problemas físicos, sociais e psíquicos, podendo desta forma prover uma melhor acessoria ao sistema, inclusive ao pericial, por ocasião das inspeções para término de incapacidades.

Por outro lado, este sistema de acompanhamento, por si só já seria o embrião de um outro importante programa — O DE READAPTAÇÃO FUNCIONAL PARA SUBMARINISTAS E MERGULHADORES.

2 — O Médico, acompanhando regularmente um Militar "restrito", poderá estabelecer sua necessidade e urgência de atendimento, terá argumentos consistentes para interceder por ele junto ao Sistema da Marinha e seus Hospitais, Laboratórios, Clínicas especializadas, etc..

3 — O Médico que acompanha os Submarinistas e Mergulhadores, ao acumular experiência no trato com suas diversas patologias, identificará as mais frequentes e assim poderá propor medidas preventivas e parâmetros sólidos a serem adotados nos processos de seleção e controle, diminuindo assim as falhas que observamos hoje ou os padrões ligados a "achologia".

4 — Com o acompanhamento Médico regular, diminuiríamos ou acabaríamos com os "simuladores", aqueles que por exemplo, tomam remédios para o controle de sua pressão arterial até a véspera do exame para término de incapacidade, para que neste dia sua pressão volte a subir e ele seja novamente julgado incapaz.

5 — Os "problemas psicológicos" seriam acompanhados de perto e o parecer do Médico do Submarinista seria então levado em conta, mais do que especialista, que emite seu parecer de forma isolada e hermética, sobre uma pessoa a qual viu apenas uma vez, na hora das avaliações periódicas ou nas inspeções de saúde.


6 — O Militar julgado incapaz durante uma inspeção de saúde, seria automaticamente encaminhado para o sistema de acompanhamento, teria sua consulta médica inicial e as subsequentes imediatamente agendadas, seria aberto um prontuário único de acompanhamento médico onde estariam lançados todos os seus exames e pareceres clínicos e onde, com o passar do tempo teríamos seu perfil de saúde. Este seria o mais importante documento a ser considerado por ocasião das inspeções periódicas.

A partir deste momento, o Militar incapaz, saberia a que e onde procurar para solucionar ou minorar seus problemas de saúde e não mais ficaria "perdido" como agora.

7 — Conhecendo-se as patologias, as medicações e equipamentos necessários à recuperação das mesmas poderão ser padronizados, e desta forma obtidos de maneira mais fácil junto ao Sistema de Saúde da Marinha.

8 — As consultas Médicas para acompanhamento, como já descrito anteriormente, serão marcadas a intervalos regulares, de acordo com a necessidade específica de cada caso, e o Militar, caso necessite, saberá sempre onde encontrar seu médico, para uma nova consulta ou orientação, mesmo nos intervalos entre suas consultas regulares.

9 — Baseado na experiência acumulada, no conhecimento do homem e de suas patologia, o Médico do Submarinista/Mergulhador, em caso de necessidade poderá, com segurança, estabelecer os verdadeiros limi-



tes de cada um, e indicar onde este homem pode ser reempregado, otimizando assim o escasso pessoal hoje existente.

10 — Acreditamos que apoiar o Homem, principalmente quando este se sente fragilizado pela doença, possa se constituir em um novo e importante fator de motivação, não só para os pacientes, bem como para Médicos, Enfermeiros, Comandantes e para a própria Força de Submarinos.

COMO FAZER

1 — Inicialmente investindo no Departamento de Saúde da BACS, melhorando suas instalações, construindo mais dois consultórios Médicos.

2 — Desenvolvendo um programa informatizado para controle do pessoal restrito, dos prontuários médicos e das agendas de consultas.

3 — Dotando o Departamento de Saúde da BACS de mais Médicos e Dentistas. Priorizando o acompanhamento médico, evitando que os Médicos envolvidos neste programa sejam destacados ou afastados de sua função primordial. É necessário que estes Médicos empregados neste programa sejam cursados em Medicina de Submarinos para que possam se envolver completamente com este compromisso e também para que não sejam movimentados após curtos períodos.

4 — Com determinação.



O IMPACTO DOS SISTEMAS MODERNOS DE IMAGEM

BRADLEY D. ZELL
Revista "Subcon' 95"

Tradução/Adaptação: Jabes de Abreu Fossati

Desde o início deste século até os anos setenta, os recursos dos submarinos para localizar imagens acima d'água consistiam na operação de periscópios.

Enquanto estes sistemas, além de permanecerem mecanicamente complicados e requererem projetos e fabricação precisos; a tecnologia pouco se modificou em relação aos projetos iniciais.

Todavia; nas últimas duas décadas, ocorreram modificações altamente significativas, assim como, a seleção de requisitos VISUAIS combinados possibilitou um grande avanço nos métodos operativos realizados através de PERISCÓPIOS E SENSORES ELETRÔNICOS INSTALADOS NUM SÓ SISTEMA.

Estes periscópios (denominados OPRÔNICOS) incluíam características adicionais, tais como: intensificadores de imagem, televisores com baixo nível de iluminação ou câmara de infravermelho; além de uma variedade de MAGE e antenas de comunicações.

Este avanço tecnológico permitiu aos submarinistas operarem num mais amplo espectro e cobertura de antena; isto possibilitou 24 HORAS DE VISÃO, COMUNICAÇÕES E ALTO RENDIMENTO OPERATIVO EM "MAGE".

A despeito de todo este desenvolvimento, o periscópio oprônico ainda mantém uma semelhança e sentimento do periscópio tradicional; bem como, a grande penetração no casco para trajetória ocular.

Os periscópios oprônicos evoluíram e contribuíram para ampliar o espectro e as condições de vigilância do submarino, através dos sistemas visuais

Contudo; eles não alteraram consideravelmente o modo do submarinista de coletar informações existentes acima d'água.

Operações na cota periscópica, tais como: navegação, vigilância e ataque a alvos inimigos têm permanecido relativamente estáveis por cinquenta anos ou mais.

DESENVOLVIMENTOS RECENTES

Mastros oprônicos, recentemente desenvolvidos, representam o próximo passo na evolução dos sensores visuais de submarinos e deverão causar um impacto muito mais significativo nas operações dos submarinos do que tiveram os periscópios oprônicos.

Os mastros oprônicos possuem um acondicionamento do sensor eletrônico de imagem que possibilita realizar a manobra de içá-lo através de um mastro não-penetrante no casco.

A performance atual e a confiabilidade nas melhorias do dispositivo de acoplamento de carga (CCD); câmaras e as tecnologias aplicadas aos sensores do plano focal, que determina o comprimento de onda dos raios infravermelhos (IR), estão influenciando, agora, os projetos dos sistemas de imagem operados nos submarinos.

Estes novos SENSORES DE IMAGEM, junto ao progresso obtido pela rapidez no processamento do computador e a capacidade de armazenar memória facilitam o modo de obter-se alta efetividade e opções confiáveis em relação ao uso do periscópio tradicional.



Desenvolvimentos tecnológicos têm surgido nos sistemas eletrônicos de imagem, de modo que, o mastro oprônico não seja eficiente apenas na resolução ótica comparada com o periscópio tradicional; porém, melhora os resultados das operações do submarino na cota periscópica por um custo bastante razoável.

O mastro oprônico, diferentemente do periscópio oprônico, fornece benefícios altamente significativos no projeto e construção do submarino, modularidade do sistema visual e automação na detecção do alvo, reconhecimento e dados de classificação.

O projeto de construção e instalação mais as vantagens de segurança oferecidas pelo mastro oprônico são de fato verdadeiras.

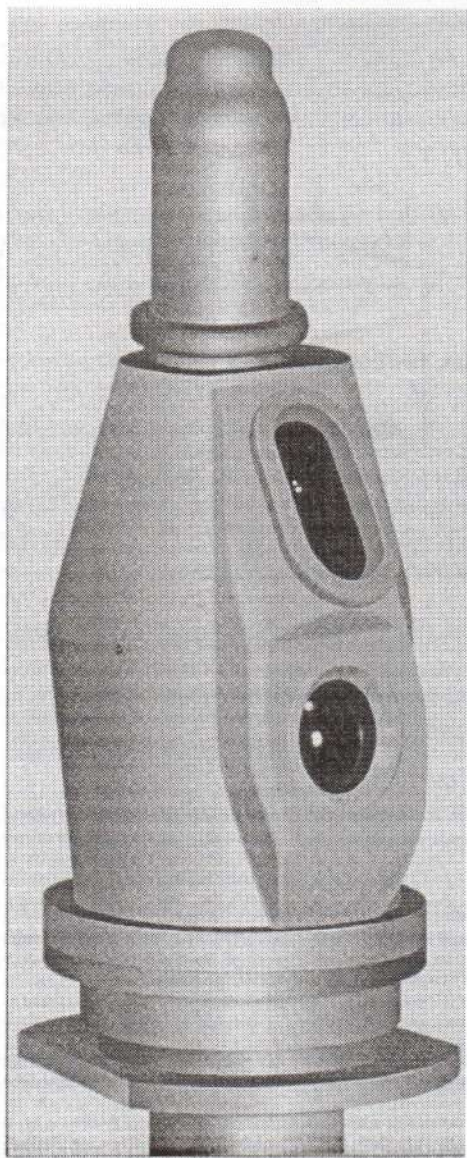


Imagem "CAD" da cabeça do mastro oprônico Kollmorgen Model 86

Liberando os espaços relativos à estabilização e centro de controle e substituindo o periscópio de penetração no casco por um penetrador elétrico, resulta um projeto mais seguro e eficiente.

Outras vantagens, como a natureza modular dos componentes do mastro oprônico, sugerem um futuro mais promissor.

Estas vantagens são importantíssimas; porém, já estão em processo de modificação a partir das operações realizadas com periscópio tradicional, conforme os submarinistas saberão em breve.

As operações realizadas com mastro oprônico proporcionam ao submarinista várias opções e reduzem o tempo de permanência do sensor acima d'água. A visualização de figuras por meio de periscópios e mastros; suas esteiras e o retorno radar do sensor; e o acompanhamento das cristas fornecem a maior contribuição no processo da detecção.

Pela operação do mastro oprônico de maneira que reduza sua exposição, junto a aperfeiçoamentos sigilosos ocorridos na seção transversal do radar; assinatura visual e redução nas assinaturas térmicas; aumenta-se grandemente a capacidade do submarinista em evitar a detecção do próprio navio.

UM CHOQUE CULTURAL

Procedimentos para operações dos submarinos que requeiram mais do que imagem acima d'água deverão sofrer profundas alterações.

A operação do mastro oprônico permitirá ao oficial de serviço e oficiais em comando observarem melhor certas atividades no comportamento de manobra, tais como: navegação, aproximação e operação na cota periscópica, e condução de ataque a alvo inimigo.

Os operadores darão preferência a imagem eletrônica, se elas forem comparadas àquelas vistas no periscópio.

Esta mudança de atitude ocorrerá gradualmente; bem mais do que as mudanças ocorridas à época em que os submarinistas tiveram que confiar nas informações acústicas obtidas por processamento digital.

A manobra do submarino torna-se mais confortável através de apresentações digitais que representam a média do tempo de retorno acústico na VRC.

Quando os submarinistas foram instados a confiar nas apresentações digitais mais do que nas apresentações acústicas geográficas, verificou-se muita resistência. Os operadores de som sentiam a necessidade de ouvir os sons a fim de que eles pudessem confiar nas informações.

Hoje, o submarinista confia na apresentação das informações do sonar, os quais refletem os dados da média do tempo processado digitalmente, outros dados de informação oral são ainda considerados; contudo, são utilizados apenas para complementar o processamento do sensor e apresentações visuais.

O mastro oprônico será aceito de maneira similar. A confiança no sentimento de ser capaz de observar diretamente o quadro da superfície proverá a aceitação de imagens vídeo de alta qualidade próxima do tempo real; isto é: a partir das primeiras linhas de varredura. Principalmente, porque a média do tempo e o pré-processamento são usados para produzirem uma figura sonar mais coerente; alguns levantamentos das imagens visual de "IR", muito provavelmente ajudarão os operadores no uso da informação visual.

VANTAGENS TÁTICAS E MUDANÇAS OPERACIONAIS

Se alguém assumir as considerações que se seguem, é fácil imaginar que os sensores oprônicos superem o uso do periscópio: 1) a recepção pelo sensor visual e sua resolução operativa aproximam-se daquela em que o olho humano detecta e reconhece uma imagem, através do periscópio; 2) o visual eletrônico e a câmara infravermelha aumentam a confiabilidade na substituição do uso do periscópio; 3) os dados econômicos e requisitos operacionais motivarão Marinhas e Arsenais a fazerem a modificação para todos os sensores de imagem pelo modo oprônico; estes requisitos reduzem os custos de projeto e construção dos navios, custos menores para os submarinos podem ser obtidos pela redução dos membros da tripulação, pela automação e o uso de operadores em múltiplas funções em seus postos; 4) finalmente, custos menores em logística, pois para manutenção e reparos dos periscópios são exigidos profissionais hábeis na sua execução.

Mastros oprônicos, ao contrário dos periscópios tradicionais, podem ser convertidos em sistemas modulares que conduzam mais rapidamente o processo de custos mais eficazes para novos sensores e tecnologias eletrônicas. Considera-se, também, que o progresso continuará na área das comunicações submarinas, sendo certo que métodos de transmissão tornar-se-ão uma rotina normal.


Assim como demonstrou-se estas considerações; o mastro oprônico alterará o modo fundamental em que o submarino utiliza o sistema de imagem acima d'água. As saídas dos mastros oprônicos serão tratadas como imagens e dados em lugar das vistas diretas atuais.



Console de operação de um periscópio não penetrante.

O submarinista operará o mastro oprônico como o mais verdadeiro sensor de direção de tiro. A dispensa do periscópio contribuirá para uma nova apreciação de todo o quadro tático e facilitará as observações das tarefas realizadas no comportamento de manobra.

A seguir, trataremos de outras considerações sobre diversas operações na cota periscópica. O procedimento tradicional exige do operador a exposição do periscópio para uma busca rápida na varredura horizontal; e esta busca pode ser realizada tanto na linha do horizonte como no ar. As buscas podem ser aceleradas à medida que o operador do periscópio possa avistar e avaliar o que ele vê; enquanto o periscópio permanece exposto.



O tempo de busca varia de navio para navio e de Marinha para Marinha; mas, a exposição total pode ser medida em dezenas de minutos.

Com o mastro optrônico; sensores de imagem (IR e visual) pode-se varrer automaticamente em azimute e elevação logo após o sensor atingir a superfície do mar e a janela superior se abrir. Mesmo antes do operador dispor de tempo para completar uma varredura rápida, as imagens são registradas e o mastro optrônico é arriado. O operador prossegue analisando a busca armazenada utilizando as imagens registradas no sistema do mastro. É possível a permanência na cota periscópica com o mastro optrônico exposto e fazendo-se uma varredura manual; ou pode-se permanecer na cota periscópica com o mastro optrônico arriado e nenhum outro mastro exposto; enquanto se completa a avaliação das imagens armazenadas durante a varredura rápida.

Se a situação tática do momento indicar mais cautela, o submarino pode ser manobrado para a cota de segurança e as imagens registradas com alta definição poderão ser vistas com relativa segurança.

Em muitas situações o mastro optrônico poderá ser operado em múltiplas tarefas; onde em situações similares, um periscópio poderá ser designado para uma única finalidade. As estruturas vídeo do mastro optrônico podem ser acessadas e processadas conforme necessário para navegação sem mandatoriamente, exigirem controle do sensor. Estas estruturas ainda que armazenadas, acham-se próximas do tempo real em que a varredura do mastro optrônico se completou. Da mesma forma, os coordenadores do contato não necessitam de um sensor especialmente designado durante o tempo em que o mastro optrônico localiza o contato; pois o mesmo continua a varredura para outras finalidades.

Deve haver um registrador vídeo para navegação ou um acesso à memória de imagem considerada "não-relevante" (RRM), a fim de armazenar pontos de navegação na estrutura da imagem e usá-los em adestramento ou reconstituição de eventos. O aspecto do adestramento é muito valioso para o preparo de novos submarinistas ou demonstração daqueles mais experientes quanto à manobras de entradas em portos internacionais ou navegação em águas restritas.

Pode-se acrescentar outros recursos sem necessariamente interferir-se em outras operações. Por exemplo: A vigilância; pelas estruturas vídeo obtém-se facilidades importantes ou mesmo a reprodução de eventos ocorridos que se queira recordar, isto usando-se as imagens armazenadas no sistema do mastro optrônico.

Tudo isto pode ser revisto pela tripulação ou analistas da inteligência que tenham experiência de mar.

Imagens selecionadas podem ser ampliadas a fim de revelarem pontos importantes ou reduzidas para serem transmitidas aos comandos de operações e controle. Alternativamente, o mastro optrônico pode ser designado para algumas atividades que são dependentes do tempo e requerem um estudo mais aprofundado na vigilância; por exemplo: contrabando ou transferência de carga contrabandeada. Varreduras curtas na superfície ou no ar, para atualizar os dados da figura do contato, podem ser realizadas com pouco impacto no que concerne ao alvo principal. Estas imagens podem ser armazenadas para referências ou evidências posteriores; ou elas podem ser transmitidas para unidades de terra e outros navios a fim de serem usadas em outras missões e objetivos, como: lista de acesso de avarias em combate e alvo distante (no que se refere ao tempo de registro).

A operação e manipulação de imagens assim como os dados de informação tornar-se-ão a segunda natureza para a futuro submarinista. Eles poderão transmitir e receber imagens de alvos que sejam relevantes ou configurações atualizadas sobre navios inimigos, de conformidade com os comandos de operações.

Além da comparação direta com os sistemas de comunicações, o mastro optrônico evoluirá para uma mais completa integração com o sistema de direção de tiro. Isto resultará em transferências mais rápidas das soluções do mastro optrônico para o interior do míssil ou solução para o disparo do torpedo. Resultará, também, numa integração automatizada do mastro optrônico baseado na informação do contato (da direção de tiro) com origem em outros postos ou sensores inorgânicos.

A integração visual da direção de tiro pode ser indicada na apresentação do mastro optrônico enviada para o sonar e MAGE.

Um cenário possível demonstrando a utilidade de um mastro optrônico é um ponto em que tensões existem entre diversas nações e com um submarino posicionado num ponto de choque para monitorar a atividade naval ou mercante. Se as tensões transformarem-se em hostilidades, a missão pode desviar-se do monitoramento para neutralização das unidades inimigas e restrições de navios.

O submarino não pode evitar a exigência de operar extensivamente na cota periscópica para cumprir a sua missão. O mastro optrônico proporciona o seguinte desenvolvimento operativo:

a) o tempo de exposição do periscópio pode ser reduzido para segundos do tempo;

b) os processadores de imagem e algoritmos de detecção podem auxiliar grandemente operadores que estejam cansados;

c) a mais completa integração com a direção de tiro resulta numa resposta mais rápida às ameaças;

d) a apresentação múltipla no sensor e a duplicação da apresentação permitem um quadro mais completo e que pode ser visto por mais de uma pessoa; e

e) o registro de imagens de alta resolução possibilita dados de informação valiosos para uma avaliação posterior de alvos.

Como estes benefícios operativos são alcançáveis, o submarinista acha-se a preferir o emprego do mastro optrônico;

CONCLUSÕES

Claro está que uma alta e confiável performance do mastro optrônico será uma componente dos novos sensores a serem instalados nos futuros submarinos. Diversas Marinhas têm formado comissões para avaliarem os resultados que esta nova instalação poderá trazer.



Instalação de um periscópio não-penetrante em um SSN americano.

A Marinha dos Estados Unidos está implementando diversos programas optrônicos para uso em submarino. Neste sentido, a divisão eletro-ótica da empresa KOLLMORGEN recebeu a tarefa de desenvolver novos sensores; a eletrônica e partes componentes do periscó-

pio não-penetrante (um prévio mastro optrônico que vem sendo desenvolvido há dezoito meses).

Os melhoramentos tornaram-se possíveis devido ao projeto modular de sistema e incluirá uma nova e alta resolução monocromática e câmeras para imagens coloridas, além de uma câmera de infra-vermelho (IR) de 3 a 5 microns.

Para desenvolvimentos mais atuais, a marinha americana conferiu um contrato competitivo à KOLLMORGEN para evoluir no sentido da primeira produção deste mastro. Este aprimoramento chamado de programa de mastro fotônico proverá a instalação de sensor de imagem com alta resolução monocromática, em cores e câmeras IR.

O mastro fotônico será integrado ao sistema de direção de tiro do submarino e utilizará os mais modernos princípios de funcionamento consideráveis no processamento de imagem.

O programa é único, no que concerne à primeira produção de um sensor optrônico para submarino, com um singelo e múltiplo espectro, tanto para indicação visual como comprimentos de ondas em IR. Um indicador de distâncias (a laser), ESM/DF e antenas para comunicações estão incluídos neste programa.

O mastro optrônico será içado por um mastro modular universal produzido pela KOLLMORGEN e RIVA CALZONI. Os mastros (fotônico e modular) serão instalados em lugar dos periscópios nos novos submarinos; e os Estados Unidos serão os primeiros a operar sem os periscópios tradicionais.

Deve-se levar em conta que o submarinista opera em condições desfavoráveis constantemente; uma vez que guarnece plataforma que ao submergir, passa a estar submetida a riscos inerentes.

Desta forma, a família submarinista constitui um grupo especial, de entendimento cuidadoso e que resiste à implementação de novas tecnologias até que elas possam ser provadas.

Todavia; devido ao grande interesse demonstrado pelos mastros optrônicos, as considerações acerca da tecnologia optrônica e sua performance serão satisfatoriamente respondidas.

É evidente que os sensores optrônicos contribuirão grandemente com os submarinistas em suas missões operativas e constituem a evolução mais vantajosa de um futuro muito próximo, em conformidade com aquilo que nós imaginamos.



TREINADOR DE ATAQUE.





BRITISH SKIPPERS — THE PERISHER COURSE

TOM CLANCY

Extrato do Livro "Submarine"

Adaptação: CF PAULO VINICIUS C. RODRIGUES JUNIOR

História e tradição são importantes, mas o que torna um SSN Britânico tão apto a realizar suas tarefas? A resposta para esta questão, em uma palavra, — seu **PESSOAL**. Assim como nos Estados Unidos, a Marinha Britânica tem uma Escola de Submarinos em Portsmouth (HMS DOLPHIN), que também está equipada com salas de aula e treinadores que poderão ser bastante similares aos equipamentos encontrados em qualquer submarino americano.

O Sistema Britânico para o guarnecimento de seus submarinos, apesar de bastante parecido com o Sistema Americano, possui importantes diferenças. Estas principais diferenças não estão na área do pessoal subalterno. A real diferença acontece com os oficiais, que possuem perfis de carreira completamente diferentes dos seus companheiros americanos. No início de suas carreiras, logo após suas graduações na "ROYAL NAVY ACADEMY at DARTMOUTH", o oficial submarinista deve escolher entre quatro diferentes opções de carreira, para seguir pelo resto de sua vida na marinha.

Uma destas opções é o "**SUPPLY BRANCH**", que pode levá-lo ao comando de um Depósito ou de um Escritório Naval. Uma outra é o "**MARINE ENGINEERING OFFICER**" (MEO), que o qualifica para operar uma planta nuclear. Também existe uma opção para quem deseja se especializar em armamento, o "**WEAPONS ENGINEERING OFFICER**" (WEO), que o capacitará para assumir um departamento de armamento a bordo de um submarino ou de um navio de superfície. A grande diferença é na opção para o perfil de carreira que conduz para o comando.

Para todos aqueles que desejam ser comandantes de um dos Submarinos Britânicos, a opção deve ser, obrigatoriamente, a carreira de "**SEAMAN OFFICER'S**".

Assim como seus colegas americanos, os jovens Oficiais Britânicos iniciam suas carreiras como qualificandós a bordo dos submarinos, lutando para merecerem seus distintivos, e aprendendo como as coisas funcionam a bordo. A importante diferença é que embora eles passem um tempo considerável dando serviço e estudando aspectos relacionados com a propulsão nuclear, que interessam diretamente a condução dos submarinos, seu treinamento é concentrado para torná-lo informado de todos os aspectos relativos a área de operações dos submarinos. Desde o início de suas carreiras, o "SEAMAN OFFICER" é preparado para o comando.

Uma outra diferença para seus similares americanos é que o jovem oficial submarinista britânico passa toda sua carreira a bordo dos submarinos. Comissões em terra são virtualmente desconhecidas no Serviço de Submarinos Britânicos e são vistas, quando ocorrem, como um mau sinal, indicando que aquele homem não está capacitado para o comando. Na medida que o oficial sobe na hierarquia da Praça D'armas, ele torna-se primeiro o Navegador, depois um "WATCH LEADER". Durante todo este tempo a decisão crítica sobre sua carreira estará sendo tomada por seu Comandante e pelo Estado Maior da Força de Submarinos: — **SER OU NÃO INDICADO PARA O "PERISHER"**.

"Perisher" é o Curso de Qualificação para o Comando de Submarinos na Marinha Britânica, no qual todos os futuros comandantes e imediatos devem passar, antes de serem designados para estas funções. Ele é um curso diferente de qualquer outro existente em qualquer serviço. Um americano, provavelmente, iria considerá-lo como um curso de pós-graduação, com uma enorme carga extra de stress embutida. Existe mais do que stress e aprendizado de como conduzir um submarino para um "Perisher". O



curso é um teste que visa constatar, para a Marinha Britânica, se as características e treinamento adquiridos pelos oficiais ao longo de suas carreiras são suficientes para que ele seja designado para comandar uma das mais poderosas armas do arsenal britânico. Provavelmente, a coisa mais próxima que possa ser comparada ao "Perisher" seja o "U.S. Navy Fighter Weapons School" (TOP GUN), realizado em "NAS MIRAMAR, Califórnia", apesar do que, o "TOP GUN" testa somente a habilidade do piloto e de um operador radar, não a habilidade de um oficial para comandar mais de uma centena de homens. A idade média de um aluno do "PERISHER" é de trinta anos, com uma experiência a bordo de submarinos variando entre oito e doze anos.

Duas vezes por ano, dez oficiais são selecionados para o "Perisher", que está sediado na Base de Submarinos de Portsmouth. Se não existirem suficientes alunos britânicos para o preenchimento das dez vagas, estas são ocupadas por futuros comandantes de outras marinhas. Como exemplo, Canadá, Austrália, Dinamarca, Holanda, Israel, Chile, e muitos outros países. (N. T. – O Brasil está incluído em muitos outros países). A única modificação feita para estes alunos é que a parte de curso específica que envolve a operação de submarino nuclear é ministrada para submarinos Diesel, mais comuns em suas Marinhas. Surpreendentemente, nunca nenhum oficial americano cursou o "Perisher" - e o curso vêm sendo ministrado desde 1914! Também podemos afirmar que nunca um oficial britânico cursou o "AMERICAN PCO COURSE". As duas marinhas possuem diferentes formações para seus comandantes, mas ambas estão satisfeitas com o produto final de seus cursos.

Desde os primeiros cursos realizados, os registros do "Perisher" servem como um "WHO'S WHO" na Força de Submarinos Britânica, incluindo o Almirante Sir John Fieldhouse; Almirante Sir Sandy Woodward, que comandou as Forças Britânicas durante a Guerra das Falklands; e o presente "Senior Perisher Teacher", o CF D. S. H. White, OBE, RN.


O CF White e todos os outros Teachers do "Perisher" são os responsáveis pela manutenção da mística que cerca o curso, representando a excelência e a tradição da Força de Submarinos Britânica. Há dois anos atrás, o curso "Perisher" sofreu uma significativa mudança no seu currículo, sendo dado mais ênfase nas operações, especialmente aquelas conduzidas por submarinos nucleares, na utilização do armamento de longo alcance, e nas táticas de condução da guerra no mar. Desde aquela mudança, os Teachers continuamente procuram manter o curso o mais "up to date" possível.

Os cinco meses de curso começam com a divisão dos dez oficiais alunos (também chamados de "Perishers") em dois grupos, cada um sob a supervisão de um dos Teachers. Os "Perishers" visitam todas as indústrias de armamento que trabalham para a Marinha Britânica, como a "Vickers Shipbuilding and Engineering, Limited" (VSEL), onde os submarinos britânicos são atualmente construídos. Depois disto, eles iniciam o treinamento nos Simuladores de Ataque para aprender como conduzir aproximação e ataque contra alvos de superfície. Após a fase de Segurança estar completa eles partem para Base de Submarinos de FASLANE, na Escócia, onde eles são preparados para todos os tipos de operação que envolvem submarinos, como o uso intensivo do "TOWED ARRAY", minagem, perifoto, penetração em coberturas, ataque contra outros submarinos, operação com Forças Especiais,....

Depois disto tudo é que efetivamente começa o real teste para os "Perishers". Cada grupo é embarcado num submarino para, inicialmente, realizar ataques visuais contra fragatas que estão se aproximando do submarino. Cada "Perisher" realiza uma média de cinco corridas por dia, por um período de uma semana. A medida que o curso avança, mais fragatas tomam parte do exercício, até que o "Perisher" tenha três fragatas para controlar simultaneamente. Busca-se com isto preparar os "Perishers" para operar com segurança na presença de múltiplos contatos, obtendo uma boa solução para o disparo do armamento. Durante todo o tempo em que os "Perishers" estão exercendo a função de Comandante do submarino, o Teacher estará avaliando seu desempenho, suas reações e sua habilidade para manter total controle sobre o quadro tático.

Este é um regime psicológico brutal, com uma alta rate de reprovações. Em média, cerca de 20 a 30 por cento não passa por esta fase, sendo que a média de reprovação total do curso é de 40 por cento. Infelizmente, aqueles que falham nunca mais retornarão a bordo de um submarino. Quando isto acontece, o oficial aluno é desembarcado e o taifeiro do Teacher presenteia-o com uma garrafa de whiskey.

Se o oficial aluno sobrevive a esta fase, ele inicia uma não menos difícil Fase Operacional, na qual cada um dos "Perishers" atuará como se fosse realmente o Comandante do submarino, no cumprimento das missões impostas. Estas missões incluem a penetração na costa inimiga para o lançamento de Forças Especiais, tirar fotos de um determinado objetivo, ou realizar minagens. Na fase final do curso o oficial aluno tomará parte de um exercício de guerra no mar, preparado especialmente para que cada um dos "Perishers" atue como comandante num ambiente o mais próximo do que seria encontrado numa guerra quanto possível. Quando tudo isto acaba, e depois que cada



“Perisher” cumpriu, de forma satisfatória para o Teacher, todos os itens do checklist, ele será aquilo que é o sonho de todos os “SEAMAN OFFICERS”, um “PERISHER” graduado e qualificado para o comando de um submarino da Marinha Britânica.

O “PERISHER COURSE” é uma proposta muito cara para a Marinha Britânica. O custo é de aproximadamente 1.2 Milhões de Libras por oficial aluno. O custo humano também é muito alto. Aqueles que não são aprovados no “Perisher”, se escolherem permanecer no serviço ativo, normalmente ingressam no que é conhecido como “GENERAL SERVICE”. Se eles tiverem sorte, poderão até mesmo comandar uma Fragata ou um Destroyer. Mas o estigma de haverem falhado no “Perisher” irá perseguí-los pelo resto de suas carreiras.

Com todos estes custos, o que exatamente o “Perisher” produz ? Sem qualquer sombra de dúvida, os melhores Comandantes de Submarinos do mundo. O “Perisher” é a garantia da Marinha Britânica de que, com certeza, o homem que comandará um de seus submarinos será tão bom quanto o próprio submarino. Com somente cerca de vinte submarinos na Força, eles sabem que eles são comandados pelos melhores. Não podemos dizer que o “US Commanding PCO Course” não seja um bom curso - ele é. Mas separando a carreira do maquinista das outras desde o início, os futuros comandantes podem se concentrar em serem efetivamente bons comandantes, não bons engenheiros nucleares. Isto também não quer dizer que os Comandantes Americanos não sejam tão bons quantos os Comandantes Britânicos, somente que

a Marinha Britânica possui um sistema que automaticamente seleciona e qualifica os melhores de seus submarinistas para os seus comandos, não os melhores engenheiros.

Após sua graduação no “Perisher”, o oficial será designado como imediato de um dos Submarinos Nucleares da Marinha Britânica. No passado, quando ainda eram operados submarinos Diesel-elétricos, eles eram designados comandantes de um submarino convencional. Agora, todos devem servir como imediatos. Isto significa que embarcado em cada um dos Submarinos Britânicos existem dois oficiais altamente qualificados para o comando. Uma vez terminado seu tempo como imediato ele receberá seu próprio comando. De fato é comum que um mesmo oficial comande seguidamente um SSN e um SSBN, antes de terminar seu ciclo como submarinista.

Os britânicos não gostam de “jogar dinheiro fora” quando se trata da qualificação de seu pessoal, e bons comandantes não existem em quantidade. Assim, após um comandante ter terminado seu ciclo na Força de Submarinos, a Marinha Britânica o nomeia para o comando de uma Fragata AS, como uma Tipo 22 ou uma Tipo 23. Depois disto, já como CMG, ele estará pronto para comandar um Grupo-Tarefa, uma Base, e finalmente ao Almirantado.

Esta é a “BIG” diferença entre o Sistema Americano e o Sistema Inglês. A Marinha Americana forma bons condutores de submarinos e bons maquinistas; o Sistema da Marinha Britânica forma líderes puros como Nelson, Rodney, ou Woodward.

ADESTRAMENTO DE CONTROLE DE AVARIAS.





RELANÇANDO SUBMARINOS NÃO-NUCLEARES

COMMODORE V.F. HOLDERNESS

Revista "PROCEEDINGS"

Tradução/Adaptação: CC Claudio da Costa Lisboa

Uma força de submarinos totalmente nuclear não é mais um dos maiores interesses dos Estados Unidos e de seus aliados. Os Estados Unidos devem repensar a utilização dos submarinos convencionais para o adestramento e exportação.

A ênfase durante a Guerra Fria na interdição do tráfico marítimo, tanto para alvos navais como comerciais, deve ser repensada. No clima atual de desenvolvimento de conflitos próximos ao litoral, alguns submarinistas estão preocupados em serem deixados de fora deste novo ponto de vista das Forças Navais americanas. Porém eles podem relaxar, porque desde que navios saiam para o mar, em condições de se constituírem com potencial ofensivo, será necessário a mais discreta das armas: O submarino.

Mais que tipo de submarino será incluído nas novas Forças Navais? Durante a Guerra Fria, a "U.S NAVY" empregou uma quantidade substancial de recursos em sua frota submarina nuclear, composta de submarinos de ataque e lançadores de mísseis balísticos. O fim da classe "Barbel" deixou a "U.S NAVY" como operadora apenas de submarinos nucleares. Essa foi a solução para o problema que existia na época. Entretanto, essa mesma solução se aplica agora, considerando que as circunstâncias mudaram? A "U.S NAVY" poderá manter esse nível no futuro? É necessário uma força de submarinos com o grau da sofisticação atual?


Nenhuma organização que detém alguma vantagem está disposta a ceder e, a vantagem dos Estados Unidos é a sua incomparável frota de submarinos nucleares. Se a nova classe de submarinos de ataque, o "SEAWOLF(SSN-21)", estiver limitada a somente três navios, será necessá-

rio outros meios para substituir os "Los Angeles" mais antigos para manter a frota de submarinos em níveis satisfatórios. Provavelmente, a escala de custos para o "NEW ATTACK SUBMARINE(NSSN)" será tão custosa quanto a do "SEAWOLF".

Várias tarefas de submarinos podem ser conduzidas eficientemente por submarinos não nucleares. Por exemplo, em operações com forças especiais onde a oposição não é tão ameaçadora, utilizar um SSN em vez de um submarino não convencional não adiciona nenhuma vantagem. Q submarino não nuclear cumpre a mesma tarefa com menor custo e arriscando menos vidas. O mesmo pode ser dito para operações de minagem, considerando o mesmo nível de ameaça. Nos cenários futuros de guerras nos litorais, as forças americanas encontrarão situações em que os oponentes não serão grandes ameaças para submarinos não nucleares.

Entretanto, até mesmo com uma oposição sofisticada, um submarino não nuclear pode manter a vantagem, como ficou provado em um exercício entre um submarino de 24 anos da classe "DAPHNE" competindo contra um cruzador AEGIS da classe "TICONDEROGA" e uma fragata da classe "OLIVER HAZARD PERRY". Um observador da "U.S NAVY" embarcado no "DAPHNE" disse, "Acima de vocês, está um navio de um bilhão de dólares que não tem a mínima idéia de onde vocês estão".

Durante outros exercícios envolvendo submarinos nucleares de ataque e convencionais, a primeira evidência que a tripulação do submarino nuclear tinha da presença dos submarinos convencionais era ouvir o "OSCAR OSCAR OSCAR" pelo telefone submarino, indicando um ataque simulado ao SSN.



Outra utilização, dentro do conceito "custo x benefício", é o adestramento de unidades navais anti-submarinas. Simuladores fornecem adestramentos reais, mas ainda existe a necessidade de se adestrar oficiais e operadores no mar. A "U.S NAVY" se adestra com submarinos não nucleares aliados, porém não praticam exercícios básicos em águas americanas como parte dos adestramentos pré-comissão.

As grandes vantagens do submarino nuclear sobre o não nuclear são as altas velocidades mantidas e a não necessidade de ir a cota periscópica para esnorquear. Submarinos não nucleares estão longe de ter uma velocidade mantida competitiva com os nucleares, entretanto, em situações de guerra próxima ao litoral, a importância da velocidade será maior para o trânsito para a área de operações do que dentro da área. A necessidade de permanência mergulhado profundo por elevados períodos de tempo ainda existe e, os submarinos não nucleares terão que possuir um sistema eficiente que garanta essa vantagem em um futuro próximo.

Seria interessante a "U.S NAVY" manter uma força mista de submarinos? Quais seriam as vantagens e desvantagens de uma força mista? Valeria a pena retroceder a uma fase já ultrapassada? Apesar de não ser levado a sério pela forte comunidade de submarinos nucleares, os baixos custos de construção, adestramento e manutenção são vantagens reais. Outra vantagem, nem sempre apreciada, é a influência no mercado mundial pela venda de equipamentos à países bem relacionados com os Estados Unidos.

Em 1964, 12 nações, excetuando os Estados Unidos, operavam um total de 34 submarinos construídos nos Estados Unidos. Desses, 30 foram navios que serviram na "U.S NAVY", quatro foram submarinos da classe "MACKEREL" modificados, construídos especialmente para a Marinha do Peru entre 1952 e 1957. Em 1992, apenas quatro nações operavam 17 submarinos. Desses, a Turquia operava nove navios. Os números em declínio tem como causa a falta de submarinos não nucleares construídos nos Estados Unidos para substituição.

Em seu comentário publicado na "Proceedings" de junho/1984, o Contra-Almirante W.J Holland Jr., foi claramente contra a troca de tecnologia da "U.S NAVY" com outras marinhas, como meio de não proliferação. Na realidade, entretanto, os Estados Unidos é o maior fornecedor de armamentos do Mundo e desenvolve uma política agressiva de vendas. A venda de armas é uma política perfeitamente aceitável em uma economia competitiva e como meio de influência política. Uma nação cliente ao se decidir pela compra de mercadorias americanas será benefici-

ada por um adestramento precedente a compra, que resultará num contato cultural mais elevado e num adestramento de alto nível, como intercâmbios e cursos.

Em adição, a prática de embargos é normalmente contraproducente. Por exemplo, a África do Sul está entre o terceiro e primeiro-mundos e, à despeito dos esforços de não proliferação do resto do Mundo, tornou-se uma potência nuclear. As indústrias sul-africanas de armamentos podem produzir tudo e qualquer coisa para as necessidades das forças de defesa sul-africanas. A única limitação é o dinheiro. O embargo de armas estabelecido em 1977 pelas Nações Unidas contra a África do Sul, mais que qualquer outra coisa, submeteu o País ao sentimento da necessidade de desenvolver suas próprias indústrias de armas convencionais e nucleares.

A tecnologia de submarinos é uma área em que os Estados Unidos poderiam fornecer equipamentos disponíveis de versões inferiores a nações pré-selecionadas. Isso já foi feito antes, por exemplo, os Estados Unidos forneceu um reator nuclear aos britânicos para o "HMS DREADNOUGHT". Como no passado, a política poderia ser ajustada para cada caso observando critérios pré-definidos. É de bom senso político e econômico, ter aliados bem armados e dispostos, bem como uma compatibilidade e integração de equipamentos.

Considerando um cenário em que dez nações decidam utilizar a maneira americana de conduzir a guerra submarina, comprando cada uma quatro submarinos em média, permitiria a integração de doutrinas, apoio logístico e possivelmente uma semelhança de propósitos, trazendo uma enorme vantagem aos Estados Unidos e a seus aliados.

Seria um mau negócio transferir tecnologia de submarinos para os aliados da OTAN? Seria mau negócio transferir para outras nações como o Canadá e democracias da América Latina? Essas nações podem ser consideradas seriamente como inimigos dos Estados Unidos em um futuro imediato?

Eu acho que não, uma política de vendas judiciousa seria do interesse dos Estados Unidos e do Mundo democrático. Os Estados Unidos podem ter um rigoroso critério de seleção de compradores potenciais, porém não devem descartar as nações cujos interesses estão razoavelmente alinhados com os do Estados Unidos.

Desde que os Estados Unidos tornou-se uma força de somente submarinos nucleares, pouco tem sido pensado à respeito de alternativas melhores em termos de "custo x eficiência" ou em opções que poderiam ser igual-

mente eficientes no futuro. Todavia, um submarino não nuclear viável e eficiente poderia ser desenvolvido, projetado e construído no Estados Unidos. A classe "BARBEL" ainda é considerada um excelente projeto e podia ser atualizada, agregando novas tecnologias de detecção, armamento e equipamentos de controle de armas, bem com sistemas de propulsão.

Ninguém, entretanto, está sugerindo que submarinos não nucleares sejam tão eficientes quanto os da clas-

se "SEAWOLF" serão. Entretanto, existem razões convincentes para examinar o que pode ser feito.

Os Estados Unidos deveriam considerar uma flotilha de 10 ou 12 submarinos não nucleares para adestramento, desenvolvimento, emprego tático em operações apropriadas e exportação para países pré-selecionados. As vendas de armamentos são parte da realidade americana e deveriam ser expandidas para incluir a venda de submarinos não nucleares. Esse cenário pode beneficiar os Estados Unidos e seus aliados.

TREINADOR DE IMERSÃO.



FISSÃO NUCLEAR: ENERGIA DISPONÍVEL PARA PROPULSÃO DE SUBMARINOS NUCLEARES

SO-MO-SB ADEMIR DAS DORES PERES

1 – INTRODUÇÃO

Os submarinos convencionais da Marinha Brasileira, tem como fonte de energia máquinas a combustão interna que utilizam combustíveis fósseis para propulsão. Este processo, é bastante conhecido pelas tripulações de máquinas da Força de Submarinos.

E o Submarino Nuclear? Qual é a sua fonte de energia? Como é o processo pelo qual é gerada a energia que será utilizada na propulsão deste Submarino? Quais são as vantagens da utilização da energia nuclear em relação a outras fontes de energia?

Este processo em que o átomo libera energia para ser utilizada na propulsão de navios (submarinos, navio-aeródromos, cruzadores, etc...), geração de energia elétrica, produção de radioisótopos, teste de materiais, medicina, agricultura, e outros, é de interesse da maioria das pessoas que visitam as instalações do Reator IPEN/MB-01.

Neste artigo, este processo é descrito de uma forma particular, em especial o processo de fissão nuclear.

2 – POR QUE O USO DA ENERGIA NUCLEAR?

2.1 – Vantagens da Energia Nuclear em Relação a Outras Fontes de Energia

Uma característica incomum no projeto de um reator nuclear, é que não existe limite superior teórico para a

taxa de liberação de energia (potência) /1/. Nós podemos aumentar a taxa de liberação de energia de várias maneiras:

- aumento da densidade de átomos físseis ;
- aumento do fluxo de nêutrons ;
- aumento do tamanho do núcleo.

Assim sendo, o que limita a liberação de potência num reator nuclear são seus materiais e sua capacidade de remover energia térmica do núcleo.

Assim, se compararmos a densidade de potência de vários tipos de fonte de energia, de acordo com a Tabela 1, obtemos:

Fonte de energia	Potência
Reator Nuclear	2,9 MW/pé ³
Caldeira Vapor: Convecção Natural	14 kW/pé ³
Caldeira Vapor: Convecção Forçada	280 kW/pé ³

Tabela 1: Densidade de Potência/Energia.

2.2 – Comparação entre o Combustível Fóssil e o Combustível Nuclear

A densidade de potência em um reator do tipo PWR (1), é mais alta se considerarmos a fonte de energia /1/. A queima de um átomo de Urânio-235 num reator libera aproximadamente 200 MeV de energia (1 MeV = 10⁶ eV) (2). A queima

¹ PWR – Pressurized Water Reactor – Tipo de reator usado nos submarinos.

² Elétron-volt (eV) é a quantidade de energia cinética conseguida por um elétron quando ele é acelerado através de uma diferença de potencial de 1 volt. É o equivalente a 4,44 x 10⁻²⁶ kWh. É uma unidade de energia ou trabalho, não de tensão.

de um átomo de carbono (C) numa usina a carvão libera aproximadamente 3 eV de energia. Na Tabela 2 estes valores estão convertidos para KWh.

Elemento	Energia Liberada/Átomo
Urânio-235	$8,88 \times 10^{-18}$ KWh
Carbono	$1,33 \times 10^{-25}$ KWh

Tabela 2: Energia Liberada por Elemento.

Em comparação com a queima do carvão, uma grama de U-235, se fosse completamente fissionada, forneceria tanta energia quanto 9 toneladas de carvão. A fissão de uma grama de U-235 também libera a mesma energia que 20 toneladas de TNT.

3 – Processo de Liberação da Energia durante a Fissão do Átomo de Urânio-235

3.1 – Energia de Ligação e Defeito de Massa (Δm)

Se um número de prótons, nêutrons e elétrons fosse combinado para formar um átomo, poderia se esperar que a massa do átomo resultante seria a mesma que a soma das suas partículas constituintes (prótons, nêutrons e elétrons) /1/. O que ocorre, entretanto, é que a massa do átomo é menor que a massa de suas partículas individuais. Esta diferença é conhecida como “Defeito de Massa” (Δm).

Se um átomo fosse formado a partir destas partículas fundamentais (prótons, nêutrons e elétrons), seria necessária uma quantidade de energia igual ao defeito de massa para esta ligação. E inversamente, se o átomo fosse separado em suas partículas originais (prótons, nêutrons e elétrons), teria-se que gastar uma energia igual ao defeito de massa (Δm) para esta separação.

Esta energia, igual ao defeito de massa, é uma manifestação das forças que mantêm o núcleo unido, e é chamada de “energia de ligação” (EI). A energia de ligação total de um núcleo é a energia com a qual todos os núcleons (prótons + nêutrons) são mantidos juntos no núcleo. É também, a quantidade de trabalho ou a energia necessária para quebrar o núcleo e dissociá-lo em seus núcleons individuais constituintes.

Uma nova unidade foi definida (u.m.a. – Unidade de Massa Atômica)⁽³⁾, que é uma unidade de massa mais conveniente em escala atômica que o grama.

Na Tabela 3 encontram-se os valores de conversão das unidades de massa e energia utilizadas.⁽⁴⁾

1 eV	=	$4,44 \times 10^{-26}$ KWh
1 u.m.a.	=	$1,66 \times 10^{-24}$ g
1 u.m.a.	=	931,44 MeV (4)

Tabela 3: Valores de Conversão de Unidades.

3.2 – Estados Fundamentais e Excitados do Átomo

Os nucleons (partículas do núcleo do átomo, podendo ser tanto um próton quanto um nêutron) seguem, como os elétrons, leis da Mecânica Quântica /1/. Eles normalmente se arranjam entre si em uma configuração tal que a energia interna do núcleo é mínima. Este é o estado fundamental do núcleo. Com outras configurações, a energia interna é maior, e o núcleo está em um estado “excitado”.

3.3 – Energia de Excitação do Átomo

O excesso de energia acima do estado fundamental é chamado de energia de excitação /2/. Dos 1500 nuclídeos conhecidos, somente cerca de 325 existem na natureza. Destes últimos, apenas 284 são estáveis.

Os efeitos a serem considerados com respeito à estabilidade que dependem das forças atuando dentro do núcleo são:

- Curto alcance das forças nucleares e Forças de Coulomb

- Curto alcance das forças nucleares: elas agem entre núcleons adjacentes (nêutrons e prótons) no núcleo e são atrativas.

Alcance de $\approx 2 \times 10^{-13}$ cm

- Força de Coulomb: esta agem somente entre prótons, mas agem sobre todos prótons no núcleo não obstante de sua localização e são repulsivas.

A maioria dos elementos leves são estáveis com igual número de nêutrons e prótons no núcleo. Se os elementos mais pesados (tendo um maior volume nuclear) tivessem que ter igual número de nêutrons e prótons, o núcleo seria instável porque as forças coulombianas, devido aos prótons carregados, tenderia a predominar, uma vez que essas for-

³ Unidade de Massa Atômica (u.m.a.) – Unidade de massa mais conveniente que o grama: 1 u.m.a. = $1,66 \times 10^{-24}$ g.

⁴ Conversão de massa em energia utilizando-se a equação de Einstein – $E = m.c^2$.

ças agem sobre **TODAS** as partículas carregadas, enquanto que as forças de curto alcance tendem a agir somente sobre as partículas adjacentes. Para ser estável, um núcleo pesado deve ter uma grande proporção de nêutrons para tomar as forças nucleares competitivas com as forças coulombianas.

Isto explica a curva de estabilidade e a razão porque a relação N/Z (n , número de nêutrons e z , número de prótons), é igual a unidade para nuclídeos leves estáveis e maior que um para nuclídeos pesados. Para os átomos muito pesados, como pode ser visto na Figura 1, a relação N/Z é igual a 1,52.

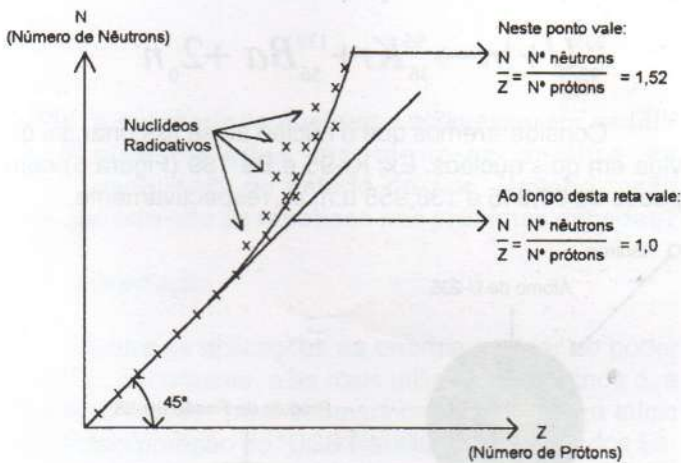


Figura 1: Estabilidade dos Nuclídeos.

Nenhum núcleo com número de massa (prótons + nêutrons) maior que 209 é estável.

Um nuclídeo contendo muitos nêutrons para um número menor de prótons no núcleo ou muitos prótons para um número menor de nêutrons é dito estar à esquerda ou à direita da curva de estabilidade e, portanto, é bastante **INSTÁVEL**.

3.4 – Mecanismo do Processo de Fissão do U-235

Logo após a descoberta do nêutron, Enrico Fermi, na Itália, bombardeou o urânio com nêutrons (Figura 2) num esforço de produzir elementos com números atômicos maiores que 92 (elementos transurânicos) Fermi descobriu que o urânio irradiado com nêutrons ficava radioativo e que as meias-vidas dos nuclídeos radioativos presentes não correspondiam a qualquer meia-vida dos elementos pesados até então conhecidos /2/. Por esta razão, Fermi acreditou que elementos transurânicos teriam sido produzidos por este processo.

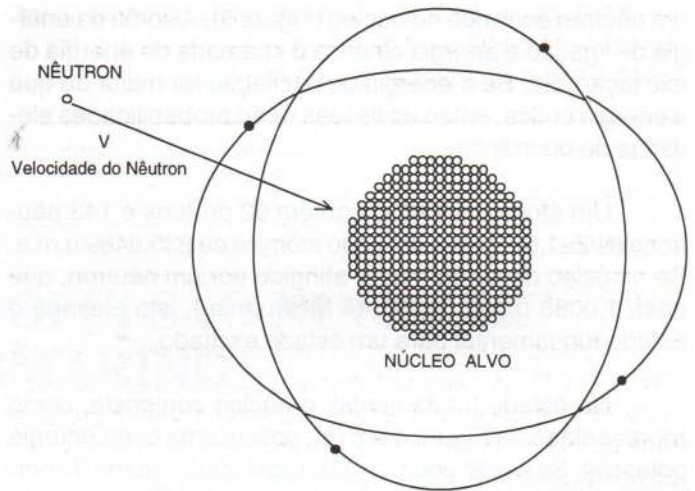


Figura 2: Bombardeamento do Núcleo de um Átomo

Entretanto, em 1939, os cientistas alemães Hahn e Strassman separaram quimicamente radionuclídeos do Urânio e provaram que eles eram na realidade isótopos do Bário e Lantânio ao invés de elementos transurânicos como previsto inicialmente.

Os resultados poderiam somente ser explicados admitindo que o núcleo do urânio se quebrasse em duas partes durante a reação com nêutron.

Este processo de quebra de núcleos pesados em duas partes foi chamado de "FISSÃO". Para se fissionar um núcleo (como exemplo o do Urânio-235) temos que adicionar energia a este núcleo. Então, como obtemos energia quando fissionamos um núcleo do U-235 contido num reator PWR? /2/.

O mecanismo pode ser explicado em termos do "modelo da gota líquida" (Figura 3) /4/. Ao se aplicar a uma gota líquida (a) uma tensão superficial (b), ela se deforma (c) e tenta em seguida restaurar sua forma original (d), e se rompe (e) em dois fragmentos.

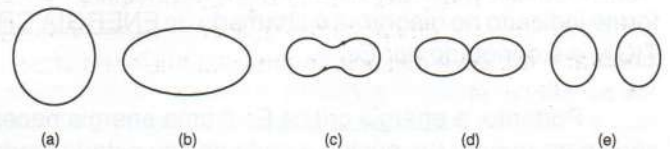


Figura 3: Modelo da Gota Líquida

A estabilidade do núcleo é semelhante a esta situação, onde a tensão superficial é representada neste caso, pelas forças nucleares.

A fonte de energia que excita o núcleo até a sua energia crítica é a energia de ligação mais a energia cinética de



um nêutron entrando no núcleo (Figura 5). A soma da energia de ligação e energia cinética é chamada de energia de excitação, E_e . Se a energia de excitação for maior do que a energia crítica, então as fissões terão probabilidades elevadas de ocorrência.

Um átomo de U-235 contém 92 prótons e 143 nêutrons ($N/Z \approx 1,5$), igual a um peso atômico de 235,0439 u.m.a. Se o núcleo deste átomo for atingido por um nêutron, que pesa 1,0086 u.m.a. ($\approx 931,44$ Mev/u.m.a.), isto elevaria o estado fundamental para um estado excitado.

No estado fundamental, o núcleo composto, como representado na Figura 4 em (a), possui uma certa energia potencial. Se a esta energia potencial for adicionada à energia cinética e de ligação do núcleo, então, esta energia aumenta. Se esta energia for aumentada de um determinado valor, ocorre então, uma situação análoga ao da gota líquida (Figura.3) onde as distâncias entre os centros de cargas são aproximadamente iguais ao raio dos fragmentos de fissão.

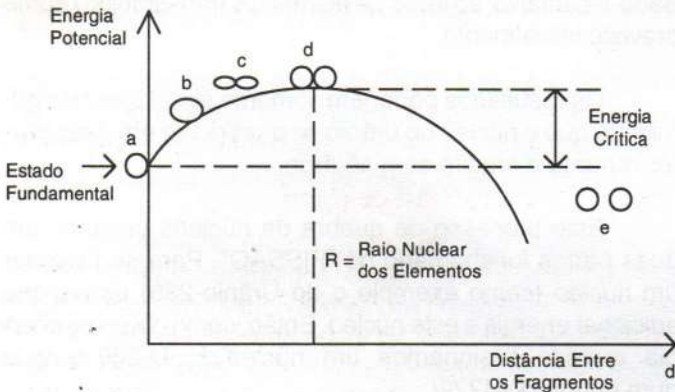


Figura 4: Energia Potencial dos Fragmentos de Fissão

Nesta situação, a força coulombiana começa a predominar levando o núcleo a se separar e se distanciar rapidamente, conforme indicado na curva /1/ entre as situações (d) e (e). A diferença em energia potencial entre o estado fundamental e o ponto onde a fissão é possível conforme indicado no diagrama é chamado de ENERGIA CRÍTICA, e é denotado por E_c .

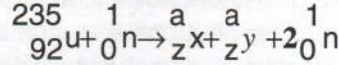
Portanto, a energia crítica E_c é uma energia necessária para romper um núcleo a partir do seu estado fundamental.

Ao se bombardear o núcleo de um átomo de U-235 com um nêutron, isto excita tanto o núcleo, que ele se arrebeta com a tentativa de se livrar da energia adicional do nêutron que foi adicionado ao seu núcleo ($235,0439 + 1,0086 = 236,0525$ u.m.a.), formando dois átomos novos (fragmentos de fissão radioativos).

3.5 – Mecanismo do Processo de Liberação da Energia de Fissão

A reação de fissão /3/ é escrita e balanceada da mesma forma como as outras reações nucleares.

Como exemplo, considere a reação mais comum de fissão, isto é, a fissão do U-235 por nêutron térmico:



Embora seja impossível prever os exatos produtos de fissão de uma particular reação de fissão, é de interesse tomar um exemplo típico e calcular a energia liberada que acompanha esta reação.



Consideraremos que o núcleo ao se fissionar, se divide em dois núcleos. Ex: Kr-95 e Ba-139 (Figura 5) com pesos de 94,945 e 138,955 u.m.a., respectivamente.

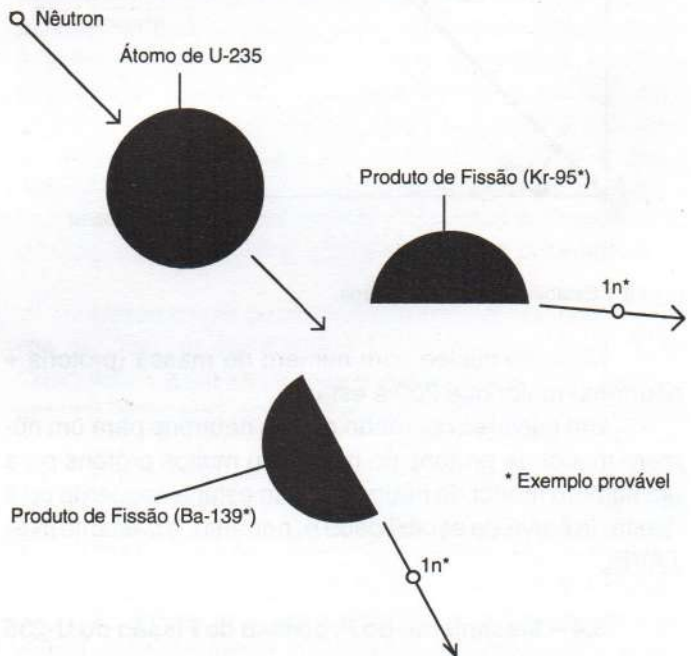


Figura 5: Evento de Fissão.

As massas envolvidas são:

- U-235 = 235,124 u.m.a.
- nêutron = 1,009 u.m.a.
- Kr-95 = 94,945 u.m.a.
- Ba-139 = 138,955 u.m.a.

Calculando as massas totais antes e depois da reação (em u.m.a.), temos:

U-235	235,124	Kr-95	94,945
nêutron	1,009	Ba-139	138,955
		2 nêutrons	2,018
Total	236,133	Total	253,918

A massa convertida em energia é:

$$\Delta m = 236,133 - 235,918 = 0,215 \text{ u.m.a.}$$

$$\Delta E = 0,215 \text{ u.m.a.} \times 931 \text{ MeV} \cong 200 \text{ MeV/fissão}$$

Embora estes cálculos tenham sido feitos para um modo particular de fissão, ele pode ser considerado como um resultado típico.

A maior quantidade (acima de 80 %) da energia de fissão, aparece como energia cinética dos fragmentos de fissão, que imediatamente se manifesta por si própria na forma de calor devido à moderação brusca (perda de velocidade) destas partículas no meio. O restante desta energia (cerca de 20 %) é liberada na forma de radiação gama instantânea, ou de energia cinética dos nêutrons de fissão, ou é liberada gradualmente na forma de radiação beta (b) e gama (g) emitidas dos produtos de fissão radioativos /3/. A energia de 10 MeV dos neutrinos não fica disponível para a geração de potência, pois estas partículas não interagem com a matéria (Tabela 4).

Energia de Fissão	MeV
Energia cinética dos fragmentos de fissão	165
Energia das radiações gama (γ) instantâneas	7
Energia cinética dos nêutrons de fissão	5
Partículas b emitidas p/ produtos de fissão	6
Radiação γ emitidas p/ produtos de fissão	6
Neutrinos	10
ENERGIA TOTAL DE FISSÃO	200

Tabela 4: Distribuição da Energia de Fissão.

A energia liberada se apresenta principalmente como energia cinética dos fragmentos de fissão, já que, no instante da fissão, os núcleos dos fragmentos são arremessados com uma velocidade tão alta que eles tendem até a deixar para trás seus elétrons. Esta energia cinética é transferida a outros átomos no combustível, aumentando a sua "agitação térmica". Assim, a energia liberada quando o urânio se fissiona é transformada em energia cinética dos fragmentos de fissão que passam estas energias para ou-

tros átomos próximos e de fato elevam as suas temperaturas. Este aumento de temperatura significa que está sendo gerado calor, o qual pode ser transferido do combustível para um meio de resfriamento, geralmente água /3/ (Figura 6).

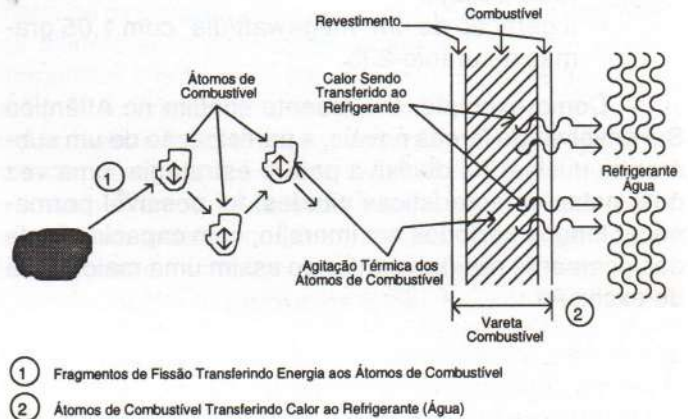


Figura 6: Processo de Dissipação Térmica.

Desta forma poderemos dar em "watts" a energia liberada em cada fissão, utilizando o seguinte fator de conversão:

$$1 \text{ watt} = \frac{1 \text{ joule}}{\text{seg.}} \times \frac{10^7 \text{ erg}}{\text{joule}} \times \frac{\text{Mev}}{1,6 \times 10^{-6} \text{ erg}} \times \frac{\text{fissão}}{200 \text{ Mev}}$$

$$1 \text{ watt} = 3,12 \times 10^{10} \text{ fissões/seg}$$

Nem toda a energia produzida no reator é liberada diretamente na fissão. Uma boa parte de energia total liberada envolve vários tipos de radiação que não se converte em calor, no momento da fissão. No entanto, isto já foi levado em consideração no cálculo do fator citado acima.

4 - CONCLUSÃO

Com a utilização da energia nuclear na geração de energia térmica que se transforma em mecânica para a propulsão dos submarinos, temos:

- uma maior densidade de potência com relação a outras fontes;
- uma melhor relação peso/potência;
- a não necessidade do ar atmosférico;
- 100% de potência efetiva disponível quando requerida;
- a não necessidade de espaços a bordo para armazenar combustíveis;

¹ MWD = $2,7 \times 10^{21}$ fissões.

² $6,023 \times 10^{23}$ átomos = 235,0 gramas.

- maior durabilidade da carga de combustível (aproximadamente de 3 a 6 anos), dependendo do tipo de combustível no reator;
- uma eficiência de cerca de 33% no funcionamento do sistema;
- a geração de um "megawatt/dia" com 1,05 gramas de urânio-235.

Como exemplo, em recente conflito no Atlântico Sul envolvendo forças navais, a participação de um submarino nuclear foi decisiva para a estratégia, uma vez que, pelas características citadas, foi possível permanecer longos períodos em imersão, com capacidade de deslocamento rápido, mantendo assim uma maior zona de exclusão.

Portanto, a utilização da energia nuclear na propulsão dos submarinos, capacita-o a exercer sua vocação de guerreiro por natureza.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Westinghouse Nuclear Training Operations – Westinghouse Electric Corporation.
- [2] Reactor Operating Physics – IPD – RPC 1 – Irradiation Processing Department/Hanford Atomic Products Operation/General Electric.
- [3] Programa de Treinamento e Retreinamento de Operadores e Operadores Senior do Reator IEA-R1 – Rinaldo Fuga.

Item	Descrição
1	Energia elétrica (kWh) produzida
2	Energia térmica (kWh) produzida
3	Energia mecânica (kWh) produzida
4	Energia química (kWh) produzida
5	Energia nuclear (kWh) produzida
6	Energia solar (kWh) produzida
7	Energia eólica (kWh) produzida
8	Energia hidráulica (kWh) produzida
9	Energia geotérmica (kWh) produzida
10	Energia biomassa (kWh) produzida
11	Energia total (kWh) produzida

MEDICINA HIPERBÁRICA NA BASE ALMIRANTE CASTRO E SILVA

CT (MD) SÉRGIO DE SOUZA MENDES

A Marinha, pioneira nas atividades subaquáticas vem, desde 1930 atendendo em câmaras hiperbáricas, na Força de Submarinos, mergulhadores e civis vítimas de acidentes hiperbáricos.

Diariamente centenas de operários entram em caixões pneumáticos para trabalhar sob ar comprimido e inúmeras equipes de mergulhadores operam ar comprimido em nosso litoral.

A BACS é o ponto de referência nacional para tratamento de acidentados de mergulho, por este motivo mantém uma equipe constituída de Médico, Enfermeiro e Mergulhadores que ficam 24Hs de prontidão para atender, dentro do possível, qualquer acidentado que por ventura venha em busca de auxílio.

Os acidentes de mergulho podem ser divididos em:

Síndrome de Hiperdistensão Pulmonar – Que pode evoluir para uma ETA (Embolia Traumática pelo Ar).

Doença Descompressivas – Tipo I e Tipo II causadas por descompressão inadequada do mergulho.

A Síndrome de Hiperdistensão Pulmonar ocorre pela não exalação do ar contido nos pulmões durante a subida do mergulhador para a superfície. É de manifestação aguda com sintomas ocorrendo na água, devendo ser tratada de imediato, cumprindo-se o perfil da tabela 6A de Workman-Goodman.

Já as doenças descompressivas, que são as mais observadas em nosso meio, ocorrem principalmente pelo não cumprimento de tabela de descompressão. Sua maior ou menor gravidade está relacionada com três fatores básicos.

Profundidade, duração do mergulho e tempo de descompressão durante mergulho.

Sabemos que ao sofrer variação de pressão o corpo humano inicia um processo de absorção de gás inerte

nitrogênio (com ar comprimido) e hélio (nos mergulhos que utilizam mistura).

A quantidade deste gás inerte dissolvido nos tecidos e sangue dependerá da profundidade e duração do mergulho. A gravidade da doença descompressiva está relacionada ao tempo utilizado pelo mergulhador na descompressão. O não cumprimento da tabela de descompressão acarretará numa doença descompressiva que, conforme a gravidade, se divide em tipo I ou tipo II.

Tipo I – Caracteriza-se pela manifestação dolorosa osteomusculoarticular, fadiga e quadro cutâneo linfático em conjunto ou isoladamente é de menor gravidade, melhor prognóstico e para seu tratamento utilizamos geralmente o perfil da tabela 5. Lembrando que não ocorrendo melhora dos sintomas nos primeiros 10 minutos de tratamento aos 60 pés, devemos então cumprir a tabela 6.

Tipo II – Caracteriza-se por apresentar manifestações neurológicas, cardiovasculares ou, respiratórias. É de maior gravidade e optamos sempre pela tabela 6; seu prognóstico é reservado. **(Devemos ter em mente que estas tabelas citadas, não são tabelas de descompressão e sim de tratamento).**

Dentro da nossa experiência, podemos concluir que 90% dos acidentados de mergulho atendidos por nós na BACS, não sabem utilizar tabelas de descompressão, 10% sabem como fazer, porém não respeitam as mesmas justificando sempre, a não lucratividade do procedimento na água.

Este tipo de conduta também ocorre em outros estados do Brasil. No Rio Grande do Norte (Natal) existe uma estatística numerosa de acidentados de mergulho, Salvador (Aratu) também atende acidentados de mergulho, e a informação que temos de colegas que atuam nestes Estados é a mesma. Os mergulhadores não cumprem as tabelas, ou porque desconhecem ou por acharem que perdem tempo e conseqüentemente dinheiro.

Todo acidentado atendido na BACS, é sempre orientado pela equipe que o assiste, a utilizar corretamente os procedimentos de descompressão. Em Natal, as equipes vão nas colônias de pescadores de lagostas para proferir palestras educativas sobre descompressão, na tentativa de diminuir o número de ocorrências observadas durante as temporadas da pesca de lagosta.

Na BACS a grande maioria dos acidentados são oriundos da região dos lagos (Cabo Frio e Arraial do Cabo) e de Vitória.

Não existe uma fiscalização eficiente nos barcos pesqueiros e estes atuam livremente, efetuando mergulhos de precária segurança, colocando em risco a vida destes mergulhadores e aumentando o número de ocorrências de acidentes de mergulho.

Uma outra forma de tratamento em câmaras hiperbáricas, é a oxigêniooterapia hiperbárica, que tem no Hospital Naval Marcílio Dias, na clínica de medicina hiperbárica, reconhecimento de âmbito nacional.

Na BACS. Também realizamos esta forma de tratamento, porém em menores proporções que no HNMD.

A OHB como é conhecida, utiliza o oxigênio como forma de terapia, sendo um tratamento coadjuvante para um grande número de doenças.

Sua indicação sofre critérios específicos de seleção.

Das que respondem bem a esta nova terapia, podemos citar:

As intoxicações pelo monóxido de carbono – Cujo o tempo de dissociação da carboxilhemoglobina e carboxihemoglobina são acelerados melhorando a hipóxia do tecido nervoso e edema cerebral.

Grangrena gasosa – Doença causada pelo Clostridium Perfringens, que produz uma substância altamente tóxica ao nosso organismo.

A OHB atua com grande eficácia neste alfatoxina eliminando rapidamente os sintomas por ele produzidos.

Radioterapia hiperbárica – Nos tratamento de certos tumores malignos, o oxigênio hiperbárico aumenta os efeitos da radiação da terapêutica e seus efeitos antimetabólicos.

Queimaduras – casos de grande queimados tratados pela OHB apresentam uma regressão expressiva de infecção, com cicatrização mais rápida e melhor recuperação do estado geral.

Intoxicação exógena – Por substâncias como cianeto, cafeína e ergotamina, a OHB apresenta resultados favoráveis.

Enxertos de pele – Onde ocorre situações de isquemia do tecido, a OHB também tem se mostrando eficiente.

Como foi demonstrado são inúmeras as indicações de oxigênio hiperbárico e na BACS, mesmo não sendo a atividade principal, temos tido resultados positivos nesta modalidade de terapia.

UM MERGULHO NO TEMPO:

CMG(RRm) JOÃO PAULO M. BRANDÃO

No dia 8 de abril de 1996, o S. "Humaitá" me levou a um derradeiro mergulho. Bem diferente daqueles tantos nele realizados, a começar pelas águas gélidas do Mar de Irlanda, nas distantes Inglaterra e Escócia.

Aos acordes iniciais do Hino Nacional, meus olhos se fixaram na figura do prezado CMG (RRm) Günter e logo se toldaram de emoção, à medida que nosso primeiro Comandante arriava pela última vez a Bandeira Brasileira, na cerimônia de desincorporação do "HUMAITÁ III".

Mergulhei no passado...

- "SHUT ALL MAIN VENTS!"
- "BLOW ALL BALLAST TANKS! BLOW Ds!"

Minhas ordens, ainda que inesperadas, foram rapidamente executadas, sustando o batismo de Neptuno no casco que mais tarde carregaria o indicativo "S-20", designado o cabeça de uma nova classe.

O casco 1086, segundo o estaleiro Vickers, fazia sua imersão estática ("Basin Dive") na bacia de mergulho do Canal Walney, Barrow-in-Furness. A bacia era uma espécie de doca, cujas dimensões aproximadas eram: cerca de 600 pés de comprimento por 200 pés de largura, com uma profundidade média de 120 pés.

Contando apenas com os sistemas essenciais ao controle da imersão, uma vez que o cronograma de construção apresentava algum atraso, o evento fora apressado, mesmo porque, sua implementação corresponderia à liberação de substancial quantia em favor dos construtores!

O Comandante e Chefe de Máquinas, por obrigação contratual, eram os únicos brasileiros integrantes da Guarnição de Prova, que se completava com funcionários do estaleiro, assessorados por submarinistas da Marinha Inglesa.

Como o submarino não contasse com vários equipamentos, ainda por instalar, seu peso total foi atingido mediante a colocação de lastros em alguns espaços vazios interiores. Em acréscimo, fora autorizada a presença de convidados a bordo, entre os quais, o Presidente da Comissão de Construção de Submarinos, então CMG Rutter, e demais oficiais da tripulação de recebimento: CC Godois; CTs Paiva, Honaiser e Rodin e 1º Ten. Ermel.

Probleminha de última hora!

Os mamômetros de profundidade não haviam sido conectados, e o fio de telefone, que nos comunicava com a estação de controle no cais, gurnia pela bucha de casco do mamômetro da Manobra.

Detalhe:

Um dos testes a serem executados consistia no alagamento do Tanque de Rápida Imersão (TRI), na cota periscópica e no seu esgoto, antes que o submarino tocasse o fundo.

Solução:

A cota deveria ser mantida por duas réguas graduadas em pés, fixadas na proa e na popa, sendo as leituras efetuadas com o auxílio dos periscópios de ataque e de observação.

Simples, não? Bastaria calcular mentalmente a média das duas leituras, acrescentar à cota assim obtida o valor do produto de meio comprimento do submarino pelo cosseno de uma eventual ponta e agir prontamente, já que não se podia contar com o efeito dos lemes;

A duração estimada para que se corresse as listas de verificação dos testes a serem conduzidos era de dez horas contínuas. Haveria um rancho frio, para aqueles que



encontrassem tempo e estômago para consumi-lo, considerando que os sanitários encontrar-se-iam isolados.

À oito horas da manhã, com o raiar do dia, todos haviam embarcado, e dei início ao preparo do submarino para imersão. (Ver Nota 1). Vestia eu um macacão por sobre o Jaquetão, após me livrar do paletó, já que o estado de limpeza a bordo era lastimável. Preocupava-me a idéia de permanecer meio acorçado (numa posição muito semelhante à do trote conhecido como “pingüim” nos meus tempos de Escola Naval), junto ao local hoje ocupado pelo Oficial de Águas, durante quase todo o evento.

Autorizada a imersão pelo Comandante, determinei a abertura dos suspiros, segundo uma seqüência cautelosa, que partia das extremidades para meia-nau. Acionada a abertura simultânea dos dois conjuntos de suspiros do último tanque a ser alagado, o TLN-4, o submarino adquiriu grande banda para boreste, projetando-me para trás. Ainda sentado no piso, ordenei instintamente as ações de emergência preconizadas na MB para corrigir a banda, cuidando de vertê-las para o inglês.

A “Royal Navy”, que nos exigira recitar de cor todos as rotinas normais e de emergência durante o curso ministrado na “HMS Dolphin” (base de submarinos que abriga a escola de formação de submarinistas ingleses), não adotava qualquer procedimento-padrão a ser seguido quando da ocorrência de banda na imersão.

Apesar dos cumprimentos formais da parte de alguns oficiais ingleses presentes e outros tantos “well done” do pessoal do estaleiro, a presteza da minha reação não foi capaz de evitar o esmagamento da perna de um operário, causado pela massa de uma tonelada, colocada sobre trilhos em Torpedos AV, cujas peias se partiram. Destinava-se tal contrapeso a medições para o cálculo da altura metacêntrica do submarino, sob inteira responsabilidade da Vickers.

A remoção do ferido e o reparo da avaria causadora da banda (Ver Nota 2) consumiram menos de uma hora, e os testes prosseguiram sem maiores contratemplos, sendo concluídos naquele mesmo dia.

Após passar mais de doze horas de serviço nas Águas, das quais a maior parte na desconfortável posição anteriormente descrita, pude voltar a enfrentar, com incomum satisfação, o vento frio das noites “barrovianas”.

Hávamos superado o primeiro dos múltiplos desafios ainda por enfrentar, até que, concluídas as dozes semanas de mar destinadas às provas de aceitação (“Acceptance Trials”) e à fase final de adestramento da

guarnição (“work-up”), iniciássemos a viagem de regresso ao Brasil!

A mão estendida pelo Alte. Rutter me fez emergir no cais da Base Alte. Castro e Silva. Uma frase sua, naquele momento, traduziu, melhor do quaisquer palavras, o porquê de toda nossa tristeza ao participar daquela cerimônia:

— “Só nós, que o vimos nascer, sabemos o verdadeiro preço que a MB pagou por esses seus vinte e quatro anos de serviço!” (Ver Nota 3)

De fato, nenhum dos oficiais presentes à primeira imersão do “S-20” permanecia na ativa por ocasião de sua baixa, sendo que dois deles já não podem compartilhar conosco as lembranças daquele tempo.

NOTA 1: Nos submarinos convencionais ingleses, o preparo para a imersão, assim como os cálculos preliminares de compensação e trimagem que a antecedem, eram de responsabilidade exclusiva do Imediato, inexistindo Lista de Verificação para Imersão e modelo apropriado para o Mapa D’águas. Os adotados inicialmente para uso na classe “Humaitá” foram elaborados pelo Autor, ainda na Inglaterra.

NOTA 2: A avaria responsável pela banda ocorreu em uma das válvulas solenóides acionadoras dos mecanismos hidráulicos dos suspiros. O tanque em questão está dividido em quatro partes, correspondendo cada suspiro a uma dessas partes. Inexplicavelmente, existia uma solenóide para o par de suspiros de boreste e outra para o de bombordo. A solenóide de bombordo, não atuou, ocasionando a banda para boreste.

NOTA 3: O Autor não gostaria de deixar escapar a oportunidade de reafirmar sua avaliação pessoal, quanto aos benefícios advindos da aquisição da classe “Humaitá”, ainda que o faça em nota à parte. O avanço tecnológico embutido no projeto “Oberon” representava à época, um salto de mais de vinte anos, em relação à tecnologia dos submarinos existentes ou em negociação junto à Marinha Americana, com vista à sua transferência para a MB. Em acréscimo, os conhecimentos assimilados por todos que conviveram com a classe Humaitá contribuíram, e muito, para o aperfeiçoamento logístico e operacional da nossa Força de Submarinos. Vencida a impedância natural de uns tantos acomodados ou conservadores radicais, concepções e conceitos relativos ao emprego de submarinos convencionais, até então ignorados, puderam ser testados e adaptados à nossa realidade, proporcionando uma rápida evolução doutrinária, equivalente, em termos de custo, à economia de outros trinta anos em pesquisas e maturação de idéias.

A SAGA DA ÓTICA NA MARINHA

CMG (RRm) SERGIO LIMA YPIRANGA DOS GUARANIS

De um relato que poderia remontar ao século passado, fazemos uma redução trazendo seu início para os anos 40. Basta recordar o que tem ocorrido daí até hoje porque encerra lições e advertências contra descuidos nocivos porém evitáveis.

Começamos uma avaria no Periscópio de Ataque do submarino Tamoio, durante a segunda guerra mundial. A Flotilha convocou para corrigi-la uma oficina de ótica então situada no bairro da Tijuca, desprovida da mínima familiaridade. Aquele pessoal tacou uma furadeira no tubo do periscópio, fez a correção que conseguiu e concluiu a obra soldando o furo. Teste hidrostático, vácuo, atmosfera inerte, colimação e outros requisitos eram olímpicamente desconhecidos!

Pouco depois, sentindo suas deficiências em ótica de direção de tiro, a Marinha contratou através da Ex. Fábrica de Artilharia (F.A.M.), o físico Italiano Giovani Grassí, que montou aqui oficinas aptas a fabricar e reparar instrumentos óticos. Paralelamente o Ex. – Centro de Armamento (C.A.M.) utilizou instrutores da U.S. Navy e se habilitou no atendimento a telêmetros, alças óticas e lunetas de boresight. Também a Diretoria de Hidrografia e Navegação (D.H.N.) se capacitou para reparar equipamentos de auxílio à navegação; os trânsitos e os teodolitos continuaram a ser reparados na Suíça.

Após estudos feitos pelo então Comte. Lages em 1963, a Marinha decidiu unificar as oficinas, abandonando em favor dos reparos as fabricações e desativando equipamentos de análise e máquinas de produção. Tal decisão vigorou durante os vinte anos em que os serviços de ótica foram executados no edifício 7 – A do Arsenal, reforçados por treinamentos nos Estados Unidos e na Inglaterra. Essa atividade seguiu as tendências e crises tanto mundiais como nacionais, perdeu dotação orçamentaria, perdeu pessoal, perdeu tecnologia e definiu – não está inerte mas está inerme.

Se houvesse empresas no país que possuíssem as facilidades dessa oficina a prontidão da M.B. não seria afe-

tada, mas aqui é árduo ser empresário de alta tecnologia. No primeiro mundo as empresas são horizontalizadas, podem ser montadoras exclusivas, nada tendo que fabricar e podem até limitar-se a supervisionar sem realizar montagem alguma em seus recintos. Aqui a verticalização se impôs com todas as desvantagens de porte, ociosidade e custos.

Cada empresa brasileira luta sucessivamente para obter alguma horizontalização, depois para diversificar a clientela é finalmente forçada a praticar mix heterogêneo de produtos, como foi o caso da D.F.Vasconcellos ao enveredar pela produção de carburadores, que afinal resolveram a vida de seus proprietários, fora da ótica. O Ex-Supervisor da ótica da F.A.M. Ramon Natal da Silveira, ao aposentar-se, constituiu a O Periscópio Ótica e Mecânica Ltda., inicialmente no Centro da cidade e mais tarde com fábrica no bairro de Olaria, onde foi construído o Simulador de Periscópio do CIAMA e onde poderia ter sido construído o Simulador de Imersão do mesmo CIAMA. Com a crise, a fábrica foi descontinuada e a empresa está utilizando a instalação de uma empresa de eletrônica, está produzindo acessórios para os I.L.S. dos aeroportos, produzindo colimadores para o Instituto de Pesos e Medidas, medidores para indústrias mecânicas, se habilitou para prover visão noturna ao Exército e representa na América do Sul a Kollmorgen.

Ninguém pode prever se a MB poderá conservar as vantagens de terceirizar totalmente a manutenção ótica, assim eliminando totalmente a imobilização de estoque e pessoal prósperos porque ninguém pode prever até quando haverá empresas brasileiras de ótica.

Por enquanto a O Periscópio continua investindo em tecnologia óptica, imagens térmicas, amplificação de luz, atuadores e software. Ampliou, com empresas no exterior a horizontalização alcançada no país.

Talvez faltasse dizer mais amplamente que conservar a capacitação brasileira em ótica ainda seja uma capacidade inteiramente controlada pela Marinha Brasileira.



SUBMARINO ARGENTINO EM VISITA AO RIO DE JANEIRO.





PROGRAMAS DE CONSTRUÇÃO, MODERNIZAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE SUBMARINOS NA AMÉRICA LATINA

CAPITÁN DE FRAGATA JAIME FUENTES GONZÁLES
Revista "Tecnología Militar"

Tradução/Adaptação: CC Claudio da Costa Lisboa

Durante os últimos vinte anos, praticamente todas as Marinhas da América Latina tem desenvolvido importantes programas de aquisição de Submarinos, fundamentalmente nos Estaleiros alemães como o "Howaldswerke Deutsche Werft (HDW)". O Submarino Tipo 209 tem sido a unidade mais requerida, devido a sua confiabilidade, ciclo de operação, manutenção e a relação entre o Marco Alemão e o Dólar norte-americano, que coloca o Submarino Classe 209 em alcance dos requisitos de Defesa dos países que possuem recursos financeiros em moeda norte-americana.

O recente conflito armado não declarado entre o Peru e Equador no início de 1995, despertou a preocupação dos diferentes governos em manter de forma adequada o seu material bélico, e em especial seus Submarinos, que possuem um notável poder dissuasório. Também tem sido possível comprovar a necessidade que os Submarinos sejam submetidos a um rigoroso programa de manutenção, modernização e recuperação durante suas vidas úteis, para desta forma, evitar as dificuldades operacionais apresentadas pelos Submarinos Argentinos S-31 SALTA e S-32 SAN LUIS, que durante o conflito no Atlântico Sul em 1982 não puderam ser empregados com todo o seu potencial pela Marinha Argentina para controlar as comunicações marítimas. Para elaborar seus programas de aquisições, modernizações, e recuperações de Submarinos, os países latino-americanos tem desenvolvido diversas estratégias para reduzir os custos, como incentivar as indústrias nacionais ou através de transferência tecnológica com os países projetistas e construtores de Submarinos, e fabricantes de equipamentos.

Situação atual das Forças de Submarinos da América Latina

Argentina

Sua Indústria Naval está sendo reestruturada para melhorar sua eficiência, produtividade e qualidade, e desta forma, liderar os programas de construção dos submarinos já adquiridos, o que tem significado uma importante perda econômica e de experiência técnica.

Atualmente, possui dois Submarinos TR-1700 (SS 41 "SANTA CRUZ" e SS 42 "SAN JUAN") construídos no Estaleiro alemão "Thyssen Nordseewerke (TNSW)" entre 1982-1985. Os TR-1700 tem um deslocamento de 1760/2300 ton, podem operar até 300 metros de profundidade e sua velocidade máxima submersa é 25 nós.

Os Classe 209, "SAN LUIS" e "SALTA" se encontram em processo de modernização em seus sistemas de propulsão e de armas, objetivando melhorar suas capacidades operacionais e de confiabilidade.

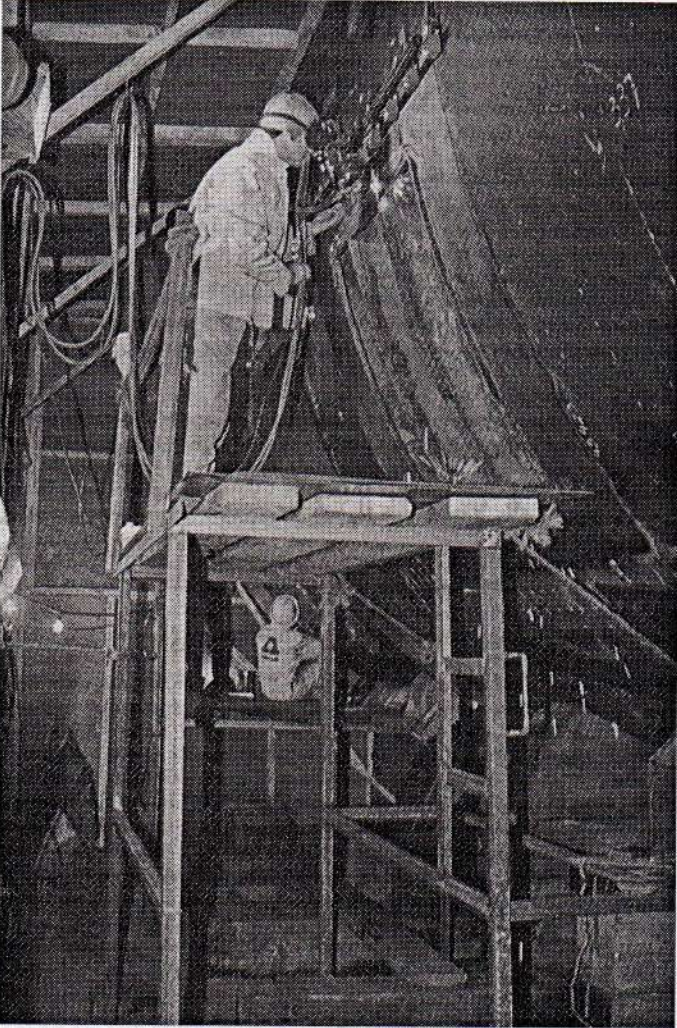
Brasil

A Marinha do Brasil está desenvolvendo um importante programa de construção de submarinos 209/1400 com o Estaleiro alemão "Howaldtswerke Deutsche Werft", que foi iniciado com a construção do Submarino "TUPI" em Kiel. As unidades seguintes, os Submarinos "TAMOIO", "TIMBIRA" e "TAPAJÓ" estão sendo finalizados no "Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro". Sempre tem sido política da Marinha do Brasil participar ativamente em todo tipo de

projetos com a Indústria nacional, para obter tecnologia e reduzir custos. A forma como o Brasil tem desenvolvido este projeto é muito similar, nos últimos anos, a de países como Turquia, Índia e Coréia do Sul.

Durante os anos 1970-1976, foram construídos no Estaleiro Britânico "Vickers Barrow" em Furness três submarinos da classe "Oberon", S-20 "HUMAITÁ", S-21 "TONELERO" e S-22 "RIACHUELO". Estes Submarinos, com sua chegada ao continente, significaram um notável intercâmbio de procedimentos operativos e no adestramento das tripulações, ao se receber todo o "Know How" operativo da Marinha Britânica.

Atualmente está em processo de substituição os obsoletos sonares 187C e 719AC por um sonar série 90 da "STN ATLAS Elektronik", que tem tido um notável êxito operacional e se encontram instalados em submarinos da Grécia, Suécia, Israel e Chile.



O "ASMAR" do Chile e o "AMRJ" do Brasil são os únicos estaleiros latino-americanos que tem desenvolvido tecnologia para efetuar cortes e soldas nos cascos resistentes do submarinos IKL 209.

A Marinha do Brasil é, sem dúvida, a que mais aloca recursos humanos e materiais em Pesquisa & Desenvolvimento em assuntos relacionados a Defesa, em especial na área acústica de processamento de sinais, transdutores, hidrofones e etc.

Chile

A Marinha tem desenvolvido nos últimos anos no Estaleiro ASMAR ("Astilleros y Maestranzas de la Armada"), um total de seis recuperações de Submarinos da Classe "OBERON". O Submarino "HYATT" e "O'BRIEN" estão sendo modernizados com a instalação de um a interface entre o Sistema de Direção de Tiro CDT-SISDEF, Sonar PSU 83/96 Atlas Eletronik e a Antena ALN mod. 1, projetada e fabricada pela ASMAR para satisfazer todos os requisitos de HF, UHF, VHF e GPS delineados pela Marinha do Chile.

A aquisição dos Submarinos "OBERON" entre os anos 1971-1976, significou o desligamento da Marinha com os Estados Unidos como fornecedor tradicional de unidades de superfície e submarinas, permitindo que as tripulações chilenas tivessem acesso a adestramentos de segurança e de operação sob supervisão da Marinha Britânica. Baseado nestes antecedentes, tem se desenvolvido uma excelente relação profissional e de intercâmbio de "know how" entre ambas Marinhas, razão pela qual é factível que a Marinha Britânica ofereça a um baixo custo e em condições muito favoráveis os Submarinos "UPHOLDER", recém construídos, e devido a razões orçamentárias do Reino Unido, foram transferidos para a reserva. Os "UPHOLDER" também foram oferecidos para as Marinhas da Tailândia, Egito, Paquistão, Portugal, Canadá, Coréia do Sul e Malásia.

A Força de Submarinos também conta com 2 Submarinos da Classe 209/1300-L: o SS-20 "THOMSON" e o SS-21 "SIMPSON", construídos entre 1981 e 1984 no "Howaldtswerke Deutsche Werft (HDW)", e que foram completamente recuperados e modernizados em um período de somente 10/11 meses em uma unidade do Estaleiro ASMAR em Talcahuano.

Baseado na capacidade técnica e qualidade demonstrada pela ASMAR, em conjunto com a infraestrutura existente, especialmente nas áreas de Sistemas de Armas, os Estaleiros alemães HDW, TNSW e "Blohm & Voss (GSC) selecionaram o Estaleiro ASMAR para desenvolver uma Aliança Estratégica para recuperar e modernizar unidades de superfície e submarinas na América Latina, aproveitando a mão de obra altamente qualificada com um custo homem-hora muito inferior ao da Alemanha. Adicionalmente, temos que considerar que recuperar ou modernizar um Submarino na Alemanha existem custos rele-

vantes de traslado da unidade para a Europa e de permanência da tripulação em um País com alto custo de vida, aliados as dificuldades próprias de um idioma e idiosincrasia diferente.

Colômbia

A Marinha da Colômbia possui desde 1975 dois Submarinos 209/1200, o SS 28 "PIJAO" e o SS 29 "TAYRONA" construído pela HDW em Kiel. Ambas as unidades foram recuperadas e modernizadas no mesmo Estaleiro Alemão. Adicionalmente, existem dois Mini-Submarinos de origem italiana, classe "SX-506", construídos no Estaleiro COSMOS em Livorno.

A Marinha colombiana vai requerer, em curto prazo, a potencialização de sua Força de Submarinos, objetivando substituir as unidades em serviço que terão o término de sua vida útil em 2005.

Equador

Os Submarinos 209/1300, SS "SHYRI" e SS "HUANCAVILCA", foram comissionados em 1977 e 1978 respectivamente no Estaleiro HDW. Durante os anos de 1981/83 foram submetidos a um "overhaul" e modernização no mesmo Estaleiro alemão.

A Marinha Equatoriana tem desenvolvido desde 1991/93 o segundo "overhaul" dos Submarinos no Estaleiro ASTINAVE("Asttileros Navales de Ecuador") em Guayaquil, com assessoria de engenheiros alemães e chilenos.

Devido a necessidade de modernização dos sistemas de armas e sonares, a infra-estrutura adequada para realizar os trabalhos tem que ser desenvolvida, talvez com a realização de uma "joint venture" com algum Estaleiro estrangeiro.

É muito provável que a Marinha equatoriana continue com sistemas de armas de origem alemã, como o Sonar Série 90 da STN ATLAS Elektronik.

O conflito não declarado entre Equador e Peru, deve permitir ao Ministério da Defesa transferir os recursos necessários para potencializar os Submarinos, que são as principais unidades de combate da Marinha Equatoriana.

Peru

A Força de Submarinos da Marinha do Peru é constituída pelos Submarinos 209, construídos e posteriormente recuperados no Estaleiro HDW. As unidades Submarinas citadas são: SS-33 "ARICA" e SS-35 "ISLAY"(209/1000);

SS-34 "CHIPANA", SS-33 "PISAGUA", SS-32 "ANTOFAGASTA" e SS-31 "CASMA"(209/1200).

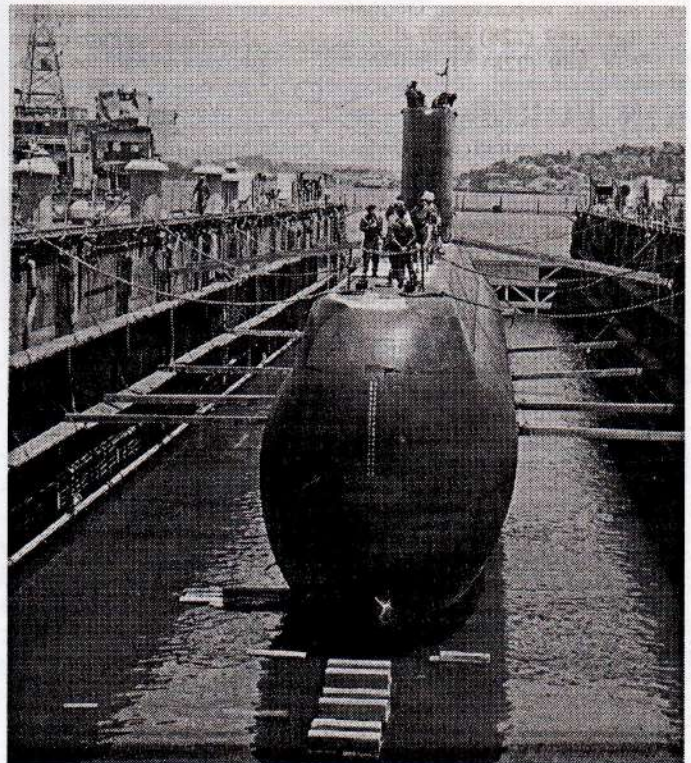
O conflito não declarado com o Peru, deve ter sensibilizado as autoridades navais e civis do Peru na necessidade de modernizar e recuperar os Submarinos 209, que nos últimos anos por razões orçamentárias, não foram submetidos a nenhum programa de modernização, para melhorar sua capacidade operacional. A principal decisão com respeito a recuperação e modernização de seus submarinos, deverá ser centrada na intenção de desenvolver os trabalhos em um Estaleiro peruano, para o qual é necessário um incremento de infra-estrutura e capacidade técnica, caso contrário, as unidades deverão ser enviadas para a Alemanha nos próximos anos.

Venezuela

Desde 1977, a Marinha Venezuelana possui dois Submarinos 209/1300, S-31 "SABALO" e S-32 "CARIBE", construídos na Alemanha.

Ambas as unidades foram recuperadas e modernizadas no Estaleiro HDW, à dois anos. Foram instalados um novo Sistema de Direção de Tiro e Sonar de Ataque da STN ATLAS Elektronik.

A situação econômica do país, tem impedido que a Marinha Venezuelana desenvolva planos estratégicos de aumentar sua Força de Submarinos.



Os submarinos da Classe IKL 209 requerem que seus planos de manutenção sejam cumpridos efetivamente.

Conclusões

Para todas as Marinhas da América do Sul, os Submarinos constituem um importante componente do Poder Naval, em especial, devido a seu potencial ofensivo e capacidade dissuasiva.

Adicionalmente, os Submarinos possuem um baixo custo operacional, devido a sua pequena tripulação e consumo de combustível, em relação a unidades de superfi-

cie. As tarefas que um Submarino pode desenvolver no Oceanos Pacífico e Atlântico são inumeráveis, devido a extensão e profundidade destes oceanos

As técnicas espectrais para detectar e classificar sinais acústicos, tem permitido que os submarinos aumentem, notavelmente, seus alcances de detecção, razão pela qual, várias Marinhas estão desenvolvendo programas de modernização dos sistemas de sonares, empregando arranjos de hidrofones de casco e rebocados.



PERSPECTIVAS DA PROPULSÃO NUCLEAR PARA SUBMARINO

CC JAIR CLÁUDIO TEIXEIRA DE AZEVEDO

Os submarinos nucleares atravessaram as últimas décadas mantendo-se sempre na vanguarda do estado da arte. Haveria razão para que isto não se repetisse nas próximas décadas?

Introdução

Dentre as aplicações da energia nuclear no poder marítimo, certamente, e as mais utilizada foi, e ainda é, a propulsão nuclear para submarinos, que teve seu início com a incorporação do "USS Nautilus" à Marinha dos Estados Unidos da América (EUA), em 1954.

Suas vantagens táticas e estratégicas logo se mostraram atraentes, porém, passados mais de quarenta anos, somente um seleto grupo de países dispõe da tecnologia para a construção de submarinos nucleares, ficando patente sua complexidade.

Propulsão nuclear para submarinos

Até o advento da propulsão nuclear, o único sistema de propulsão para submarinos era o diesel-elétrico, um sistema simples e barato, cuja maior restrição é a dependência do ar exterior. Nele, a energia é fornecida por baterias elétricas que necessitam ser carregadas periodicamente. Para isso, o submarino se aproxima da superfície e expõe um mastro para captar ar do exterior, necessário ao funcionamento dos motores diesel que carregam as baterias, aumentando a probabilidade de ser detectado e atacado.

Como a propulsão nuclear não necessita de ar para o processo de geração de energia, obteve-se a total independência da superfície, surgindo assim o chamado "ver-

dadeiro submarino", aquele que pode explorar plenamente a maior vantagem dos submarinos: sua ocultação.

O submarino nuclear

A propulsão nuclear e o desenvolvimento da hidrodinâmica dos cascos permitiram ao submarino manter altas velocidades em imersão, por tempo indeterminado, aumentando sobremaneira sua mobilidade. Isto, aliado ao seu poder de ocultação e grande autonomia, e o fato de o mar cobrir três quartos de nosso planeta fizeram do submarino nuclear a embarcação ideal para carregar mísseis de longo alcance com ogivas nucleares.

Surgiam, assim, os submarinos nucleares lançadores de mísseis balísticos (SNLMB), que muito contribuíram para a paz durante o período da "Guerra Fria". pois, mesmo que um dos lados conseguisse vencer, restariam esses submarinos, que poderiam, meses depois, de um lugar qualquer do globo, efetuar ataques nucleares contra objetivos terrestres do inimigo. O alcance dos mísseis balísticos mais modernos são da ordem de cinco mil milhas náuticas (7:7).

É importante esclarecer que, tratando-se do assunto submarinos nucleares, a palavra "nuclear" refere-se tão somente à propulsão do submarino. Seu emprego é que ditará a utilização, ou não, de artefatos atômicos. No caso do Programa Nuclear Brasileiro, iniciado em 1979, uma de suas metas é a construção de submarinos de ataque, que empregam seus torpedos e mísseis contra navios de superfície e outros submarinos. Apesar de poderem lançar armas nucleares de emprego tático, este não é o objetivo do nosso programa, que só prevê a utilização da energia nuclear para a propulsão dos submarinos (9:70).

Vantagens e desvantagens do submarino nuclear

Para que seja possível a análise de vantagens e desvantagens dos submarinos nucleares, é necessário que se estabeleça como eles serão empregados e quais tarefas lhes serão atribuídas.

No caso dos SNLMB, já vimos que a ocultação, mobilidade e anatomia, obtidas com a utilização da propulsão nuclear, são imprescindíveis à operação desses submarinos, não existindo para eles um substituto à altura. Já no caso dos submarinos nucleares de ataque (SNA), a análise não é tão simples, pois existem os submarinos convencionais (não nucleares), sendo inevitáveis as comparações.

As principais desvantagens da utilização da propulsão nuclear em submarinos são: os elevados custos de obtenção e manutenção, a necessidade de pessoal altamente qualificado para a construção, manutenção, treinamento e operação, maior tamanho e maior ruído irradiado do que os convencionais e os problemas de segurança, inerentes a qualquer instalação nuclear.

Ao analisar-se estas desvantagens, é possível notar que, com exceção do tamanho e ruído irradiado, as demais não guardam relação com o desempenho do submarino, cabendo somente na análise de custo benefício.

Atualmente, graças aos avanços no campo da redução de ruídos irradiados, o submarino nuclear vem demonstrando uma sensível melhora nesta área. No tocante ao seu tamanho, quanto maior for, maior deverá ser a profundidade da área de operação. Este assunto será tratado mais adiante.

Quanto às vantagens, todas têm relação direta com o desempenho do submarino.

Primeiramente será abordado o seu poder de ocultação. Como visto anteriormente, a propulsão nuclear propiciou ao submarino explorar plenamente esta capacidade. Os avanços obtidos na fabricação de baterias e geração de energia, além da redução do seu tamanho, contribuíram para que, submarino convencional diminuísse sua indiscrição. Porém, sem igualar o poder de ocultação dos nucleares. Nos últimos anos, alguns estaleiros efetuaram testes com sistemas de propulsão independentes de ar, conhecidos como sistemas, de propulsão anaeróbica. São sistemas de baixa potência que permitem a operação do submarino, em regimes de baixa velocidade, totalmente independente da superfície, igualando o poder de ocultação desses submarinos ao dos nucleares. Por serem também dotados de baterias. Podem desenvolver, por tempo limitado, altas velocidades.

Uma outra forma de utilização da propulsão anaeróbica é a sua combinação com a propulsão diesel-elétrica, resultando num sistema híbrido. Seu objetivo é reduzir as restrições provocadas pela baixa potência da planta anaeróbica, utilizando os motores diesel para carregar mais rapidamente suas baterias. Apenas como exemplo, um submarino demandando uma zona de patrulha (ZP) poderia utilizar-se da propulsão diesel-elétrica para desenvolver maiores velocidades, alcançando-a mais rapidamente, quando então passaria a empregar a propulsão anaeróbica, explorando sua maior discrição.

Apesar dos testes satisfatórios, faltam aos submarinos com propulsão anaeróbica e híbrida horas de operação, devendo, por enquanto, serem considerados como experimentais (2:22). Assim, quanto ao poder de ocultação, os submarinos nucleares ainda não foram iguados.

Outra vantagem do submarino nuclear é a sua grande mobilidade. Por desenvolver altas velocidades, é capaz de atingir sua ZP mais rapidamente e patrulhar extensas áreas. Mas é na interceptação e ataque a forças navais que estão as maiores vantagens do submarino nuclear, pois, podendo desenvolver altas velocidades, podem interceptar, acompanhar e, o mais importante, escolher quando atacar estas forças, aproveitando-se das situações táticas mais favoráveis. Não há, também, a obrigatoriedade de tentar primeiro atacar os navios de maior valor, sob o risco de não ter outra oportunidade. Com os SNA há a possibilidade de primeiro atacar os escoltas, enfraquecendo a força naval, para depois atacar os alvos prioritários.

Um exemplo da mobilidade dos submarinos nucleares ocorreu no conflito das Malvinas, quando o "HMS Conqueror", após interceptar e acompanhar o cruzador argentino "Belgrano" por vinte e sete horas, o afundou (8:18).

Analisando-se as características das plantas propuloras anteriormente citadas, nota-se que, no que tange à mobilidade, nenhuma se iguala à nuclear.

A última vantagem a ser analisada é a grande autonomia dos submarinos nucleares, que é decorrente do fato de o combustível nuclear só necessitar ser trocado após anos de operação. A quantidade de víveres que pode ser armazenada e a capacidade da tripulação de permanecer no mar é que limitam a sua autonomia, ou seja, em termos de combustível, ao contrário do que ocorre com os submarinos convencionais, a autonomia dos nucleares é praticamente ilimitada.

O ANEXO A mostra um quadro comparativo dos sistemas de propulsão apresentados.

O novo conceito de emprego da Marinha dos EUA

Com o término da "Guerra Fria", os EUA alteraram sua Estratégia de Segurança Nacional, priorizando a ameaça de conflitos regionais, tais como Guerra do Golfo e Granada. Como consequência, a Marinha norte-americana passou a minimizar a importância das batalhas no mar e a enfatizar as operações desfechadas a partir do mar, chamadas de "From the sea". Como estas operações ocorrem em águas contíguas ao litoral, onde normalmente as profundidades são menores, e por tratar-se da maior Marinha do Mundo, surgem as indagações sobre o desempenho dos SNA neste cenário.

A princípio, por serem maiores, não poderão ser empregados em águas tão rasas quanto às que os submarinos convencionais podem operar, porém, o assunto é mais complexo. A profundidade mínima da área de operação também será função da manobrabilidade do submarino, ou seja, quanto maior a capacidade de manobrar para manter sua cota, mais próximo do fundo poderá navegar. Contudo, mesmo dispondo de excelente manobrabilidade, o SNA não pode desenvolver altas velocidades com pouca lâmina d'água) risco de colidir com o fundo ou expor-se na superfície involuntariamente. Há ainda o fato de os submarinos serem extremamente ruidosos ao utilizarem altas velocidades em cotas rasas. Portanto, em águas de pequena profundidade, o SNA não poderá dispor plenamente de sua grande mobilidade.

Ainda quanto ao "From the sea", é importante mencionar que:

- nem sempre as águas contíguas ao litoral apresentam profundidade que causem restrições de manobra aos SNA; e

- a força naval terá que ser escoltada até a área de operação, podendo os SNA serem empregados na escolta.

O ANEXO B apresenta as dimensões de alguns submarinos de ataque.

Perspectivas.

Da análise do desempenho da propulsão nuclear para submarinos, bem como de sua comparação com outros existentes, podemos depreender que, a despeito dos esforços no sentido de aperfeiçoar os submarinos convencionais, estes ainda não conseguiram se igualar aos nucleares, tanto no campo tático como no estratégico.

No campo estratégico, pela sua importância na dissuasão nuclear e por não haver um substituto à altura, o SNLMB parece ter assegurado sua presença nas próximas décadas.

Quanto aos SNA, cuja tendência é que fiquem mais silenciosos e menores, seu futuro também dependerá do desempenho dos submarinos convencionais, que estarão buscando melhorar sua ocultação, autonomia e mobilidade, sem comprometer suas vantagens de preço e simplicidade.

Com relação ao novo conceito de emprego da Marinha dos EUA, "From the sea", ele talvez venha a provocar alterações no programa de reaparelhamento da Marinha norte-americana, seja retornando a construção de 6 submarinos convencionais, parada há mais de trinta anos. seja investindo na diminuição do ruído irradiado e do tamanho dos SNA, o que parece mais provável, pois assim seria possível aliar o melhor desempenho dos nucleares ao tamanho e silêncio dos convencionais.

Para finalizar, gostaria de acrescentar que a energia nuclear provocou alterações profundas no emprego dos submarinos, permitindo que se libertassem por completo da superfície e aumentassem significativamente suas possibilidades. É possível que venha a ser desenvolvida uma forma de energia mais barata, simples, segura e com o mesmo desempenho, mas por enquanto, a tendência é a manutenção dos submarinos nucleares na vanguarda do estado da arte.

Oxalá nosso país possa entrar, o mais breve possível, para o seleto grupo daqueles que dispõem de submarinos nucleares de ataque, importante fator de dissuasão.

QUADRO COMPARATIVO DE PROPULSÕES PARA SUBMARINOS

	PROPULSÃO			
	NUCLEAR	DIESEL ELÉTRICA (D.E)	ANAERÓBIA	HÍBRIDA
OCULTAÇÃO	TOTAL	PARCIAL	TOTAL	MAIOR QUE A D.E
MOBILIDADE	GRANDE	PEQUENA	MENOR QUE A D.E	PEQUENA
AUTONOMIA	GRANDE	MENOR QUE A NUCLEAR	MENOR QUE A NUCLEAR	MENOR QUE A NUCLEAR
CUSTO	ALTO	BAIXO	MENOR QUE A NUCLEAR	MENOR QUE A NUCLEAR
TECNOLOGIA	COMPLEXA	SIMPLES	EXPERIMENTAL	EXPERIMENTAL

DIMENSÕES DE ALGUNS SUBMARINOS DE ATAQUE

JANE'S FIGHTING SHIPS 1958-59 E 1992-93				
SUBMARINO (classe)	COMPRIMENTO (mts)	BOCA (mts)	DESLOCAMENTO (tons)	CONSTRUÇÃO (década)
SKIP JACK (nuclear - EUA)	76,7	9,6	3.513	50 / 60 (já desincorp.)
STURGEON (nuclear - EUA)	92,1	9,7	4.960	60/70
LOS ANGELES (nuclear - EUA)	110,3	10,1	6.927	70/80/90
RUBIS (nuclear - França)	72,1	7,6	2.385	70/80/90
TRAFALGAR (nuclear - Reino Unido)	85,4	9,8	5.208	80/90
HUMAITÁ (convencional - Brasil)	90	8,1	2.410	70
TUPI (convencional - Brasil)	61	6,2	1.440	80/90

ANEXO C
BIBLIOGRAFIA

1. BACELLAR SOBRINHO, Gilberto Huet de. Os submarinos, considerações e perspectivas. *Revista do Clube Naval*, Rio de Janeiro, n. 291, p. 44-47, jan./1994.
2. BITTENCOURT, A. S. O projeto de submarinos para a Marinha da Brasil. *Revista Clube Naval*, Rio de Janeiro, nº 291, p. 21-25, jan./mar. 1994.
3. BRASIL. Escola de Guerra Naval. FI. Manual básico de redação guia para elaboração de ensaios. Rio de Janeiro, 1992.
4. FI-219A. Guia para elaboração de referências bibliográficas. Rio de Janeiro, 1992.
5. CAPETTI, Rui Barcellos. Aula inaugural CASO-Turma 11/93. *O Periscópio*. Rio de Janeiro, n. 48, p. 1-4, 1994.
6. CASTRO, Jalcias da SILVA. "Construindo a futuro:O mundo e nós ao início da século." *Revista-Marítima Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 114, n. 10/12, p. 33-46, out./dez. 1994.
7. CIMINELLI, Roberto. Evolução e perspectivas dos submarinos convencionais e nucleares. Estudo comparativo. *O Periscópio*. Rio de Janeiro, n. 47, p. 4-8, 1993.
8. LEITE, A. Sérgio de Azevedo. ZP:Zona de patrulha ou de perplexidade? *O Periscópio*, Rio de Janeiro, n. 48, p. 15-18, 1994.
9. MENDONÇA, Fernando Luiz Pinto da Luz Furtado de. Propulsão nuclear-A contribuição da solução adotada pela Marinha para o desenvolvimento da tecnologia nuclear brasileira. In: SIMPÓSIO O LABIRINTO POLÍTICO-ESTRATÉGICO MUNDIAL:OS RUMOS BRASILEIROS, 1992. Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: EGN, Centro de Estudos Político-Estratégica, 1992. p. 67-73.
10. SILVA, Oscar Moreira da. Presente e futuro de submarinos nao nucleares. *O Periscópio*, Rio de Janeiro, n. 43, p. 13-16, 1989.

SUB SISTEMA MÉDICO PERICIAL DA FORÇA DE SUBMARINOS

CT(Md) CARLOS H. F. R. DA SILVA

O Sub Sistema Médico Pericial é uma dos três componentes do Sistema de Saúde da Marinha, juntamente com o Operativo e o Assistencial.

Este Subsistema está estruturado para conduzir administrativamente, sob bases médicas, o grau de higidez psico-física dos militares e servidores civis da Marinha do Brasil, através de Inspeções de Saúde, que são classificadas em periódicas, especiais ou eventuais.

A nível da Força de Submarinos, é função da Divisão de Perícias Médicas da Base Almirante Castro e Silva, apoiar as Organizações Militares subordinadas a Força, no que tange as questões periciais, efetuando as Inspeções de Saúde determinadas, que serão homologadas e auditadas por instâncias superiores.

Esta Divisão é constituída por um Oficial Médico do CSM e quatro Praças, responsável pela Administração das Inspeções de Saúde de cerca de 1500 militares e servidores civis subordinados, tendo sido realizadas nos últimos dozes meses cerca de 70 Inspeções de Saúde mensais.

No Âmbito da FORS, destacam-se as Inspeções Anuais dos Mergulhadores e submarinistas, classificadas como especiais.

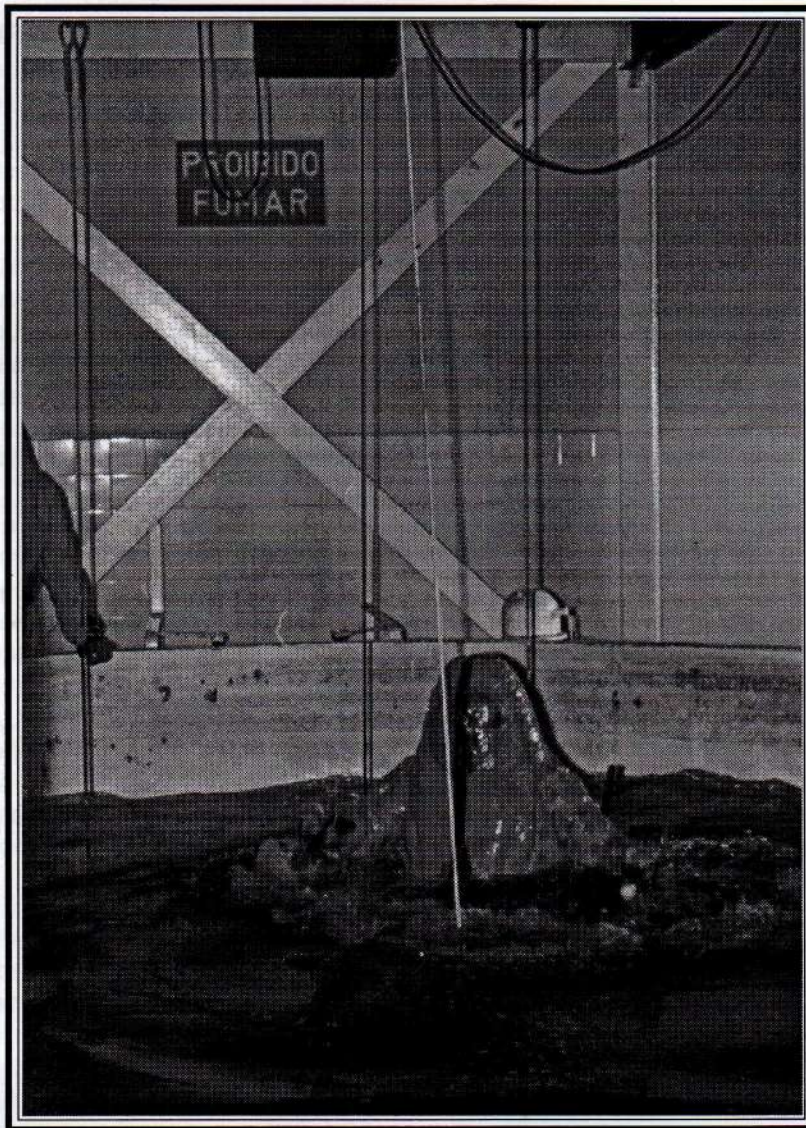
Estas inspeções considerando-se o alto grau de qualificação dos militares, exige acurácia nos exames médicos, odontológicos e laboratoriais, onde destacam-se as provas de função pulmonar e o teste ergométrico, buscando flagrar enfermidades em curso, bem como estabelecer a Medicina Preventiva.

De vital importância para a Esquadra e mais especificamente à Força de Submarinos, a busca do estado ideal de higidez psico-física de seus militares, sempre prontos as condições impostas nos adestramentos seja em terra ou no mar, encontra no sub Sistema Pericial apoio incondicional.

Sob este prisma, o setor pericial da Força de Submarinos, vem aprimorando-se continuamente, seja através da informatização, como pelo apuro na metodologia de trabalho, adequando-se a filosofia da gestão pela qualidade total.



ADESTRAMENTO DE SALVAMENTO EM SUBMARINOS.



PREVISÃO DA PROPAGAÇÃO SONORA EM ÁGUAS RARAS

Commander (USNR) MICHAEL FORD

Revista "Proceedings"

Tradução/Adaptação: CF ROGÉRIO DUTRA
VILARINHO

Em um dos recentes artigos da Revista "PROCEEDINGS" sobre a guerra em águas litorâneas, ERIC ROSENLOF formulou um caso dramático a respeito da atuação de submarinos convencionais (diesel) nesse teatro de operações. (Veja "Contingências Azuis" "PROCEEDINGS" de Janeiro de 1995, páginas 53 a 57).

Ele citou a proliferação de modernos e capazes submarinos convencionais e modernos torpedos, e enumerou alguns dos seus preferidos alvos: navios-transporte, navios anfíbios, cruzadores e contratorpedeiros em posições de defesa contra mísseis balísticos.

Não se deve tomar como surpresa que a grande maioria das águas litorâneas são águas rasas, talvez com profundidade inferior a 100 braças. Na experiência descrita, a necessidade de se operar em águas rasas, principalmente na tentativa de se detectar submarinos, tem se constituído em uma fonte de embaraços para a Marinha. Esses embaraços, no mínimo, têm como causa a adaptação indevida da experiência obtida na guerra acústica em águas profundas, para o ambiente de águas rasas.

Desde que é nesse ambiente onde as ações irão ocorrer, torna-se razoável que, somando às táticas e ao armamento, a Marinha deva reunir outras ferramentas ambientais para ali operar. A capacidade da Previsão da Propagação Acústica em Águas Rasas é uma dessas importantes ferramentas.

O oceano como meio é um grande condutor de propagação do som; sonares passivos de submarinos, em águas profundas, são capazes de captar sons emitidos a centenas de milhas. Em contrapartida, as distâncias

atingidas por sensores não acústicos, tais como o radar, são da ordem de dezenas de milhas quando estes encontram-se instalados em submarinos navegando na superfície (caso indesejável). Radares instalados em mastros de esnorquel ou em mastros destinados a medições eletrônicas são muito menos eficientes, apresentando sempre descontinuidade do sinal captado e problemas de refração, em face da sua proximidade com a superfície do mar.

A partir desta constatação, torna-se possível quantificar o desempenho do sensor. O aprestamento de sensores passivos instalados em submarinos pode ser representado analiticamente, isto é, fisicamente em termos quantitativos, utilizando-se a Equação do Sonar Passivo: SE - SL - PL - AN - SN + DT, onde:

SE é o Excesso de Sinal, o nível do sinal medido na face do receptor que permite a detecção, a localização e o acompanhamento do alvo.

SL é o Nível da Fonte, nível do ruído produzido pelo alvo.

PL é a Perda na Propagação, em função da distância, entre o receptor e o alvo.

AN é o Ruído Ambiente, o nível de ruído não produzido pelo alvo existente no mar, medido nas proximidades do receptor.

SN é o Ruído Próprio da plataforma (submarino).

DT é o Limiar de Detecção, a capacidade do receptor em discriminar, dentre todos os sons captados, aquele que é emitido pelo alvo.

Quando um sistema sonar encontra-se operando em condições normais, o Excesso de Sinal deverá ser igual a zero. Analistas de sistemas que estudam as operações de guerra anti-submarino têm um grande interesse em saber a que distância máxima poderá se encontrar um alvo, com o sonar apresentando excesso de sinal zero, isto é, a Máxima Distância de Detecção. Deste parâmetro depende o nível de planejamento da Força a ser empregada na operação de guerra anti-submarino, como também outras decisões de ordem prática, como o plano tático a ser utilizado neste tipo de guerra. Admitindo-se um razoável conhecimento a respeito dos Níveis da Fonte dos alvos, o mais importante elemento da Equação Sonar passa a ser a Perda na Propagação, e a previsão deste parâmetro é uma tarefa primordial. Sua previsão em águas rasas é intrinsecamente interessante e muito importante, tendo em vista as atuais operações litorâneas.

Analistas que necessitam conhecer o fenômeno de perdas na propagação, tanto em águas profundas como em águas rasas, têm um leque de opções de espectros que giram desde o mais simples até o infinitamente difícil de se trabalhar. Dois desses são capazes de prover conhecimentos básicos para o entendimento da discussão aqui levantada sobre a aproximação da propagação acústica em águas rasas:

REGRA DO POLEGAR – uma aproximação de primeira ordem pode ser feita assumindo-se uma Perda por Propagação Esférica. Com a adição de um valor para a Absorção, em função da frequência de propagação, temos, $PL = 20 \log r + \alpha r$, onde r é a distância em milhares de Jardas e α , o Coeficiente de Absorção para uma faixa de frequências entre 0,001 a 100 Hertz. Os inconvenientes desta regra estão em desconsiderar os raios sonoros nos quais a energia é atenuada e em não levar em conta a contribuição das reflexões na superfície e no fundo. Isto significa mais uma adivinhação do que uma aproximação no que se refere a águas profundas. Em águas rasas, como iremos ver, esta fragilidade é ainda mais pronunciada.

MODELAGEM – O estudo da propagação do som no oceano caminha, logicamente, para a modelagem, uma técnica de obtenção de soluções para problemas de complexidades inimagináveis no mundo. Porém, um modelo matemático de previsão da propagação do som no mar, sendo este tão vasto e dotado de inúmeras peculiaridades, torna-se formidavelmente complexo. Tipicamente, o que há de mais complexo nessa modelagem, a principal resposta a que se quer chegar é se esta poderá fornecer resultados com a precisão necessária para que os dados obtidos possam ser utilizados com segurança. Esses dados (perdas), normalmente, serão utilizados por pessoas que não são especializadas no assunto.

A modelagem da propagação sonora em águas rasas apresenta quatro problemas que não exercem importância sobre os modelos de águas profundas, mas que predominam de forma acentuada em águas rasas:

Mudança da Forma de Espalhamento, de Esférico para Cilíndrico – esta transição ocorre quando as ondas de espalhamento esférico encontram o fundo e a superfície do oceano. A consequência desse encontro para a previsão da propagação sonora está na mudança da variação de atenuação do som. Quando esta mudança ocorre de forma diferente, em termos de tempo, para o fundo e para a superfície, promove importantes modificações na computação geométrica e aritmética do modelo.

Dimensão da Rugosidade da Superfície do Mar – quando o estado do mar é grande, a rugosidade da superfície (altura das ondas) torna-se próxima do comprimento da onda sonora. Então, a efetividade da superfície do mar como um refletor é reduzida: maior quantidade de som se reflete em direções aleatórias.

Efeito Desproporcional da Absorção no Fundo – a composição do fundo afeta a quantidade de energia refletida, em comparação com a energia absorvida. A absorção no fundo é função da composição deste, sendo independente da profundidade. Em águas rasas, entretanto, existem muito mais reflexões no fundo. Como as perdas no fundo dificultam a previsão, o efeito da absorção em águas rasas é muito maior do que na propagação em águas profundas.

Reflexões Imprevisíveis no Fundo – a rugosidade do fundo dos oceanos é responsável por outro tipo de contribuição em relação à absorção do som. Um fundo rugoso tende a espalhar o som em várias direções aleatórias, reduzindo a quantidade do feixe sonoro que atinge o receptor.

É incontestável a necessidade de um modelo que represente genuinamente os oceanos, aquele que possa prever tão bem a propagação em águas rasas, como em águas profundas.

O principal obstáculo para se incorporar os fatores acima descritos em modelos existentes para águas profundas, particularmente aqueles relacionados com absorção no fundo e reflexão, está no grande número de informações peculiares às diferentes e inúmeras formas de águas rasas existentes nos oceanos. O artigo "THE CHALLENGE OF THE COASTAL SHALLOWS" ("PROCEEDINGS" – dezembro/94, páginas 79/81) descreve um plano de longo prazo do Comando Naval de Meteorologia e Oceanografia da Marinha norte-americana

para execução de medições que propiciem um acúmulo de dados capazes de transformarem os atuais sistemas de previsão ambiental em águas rasas, efetivamente, mais precisos. Este processo, entretanto, irá demandar algum tempo.

MODELAGEM EMPÍRICO – tendo em vista que os acontecimentos não podem esperar, é de todo conveniente ter-se nas mãos um modelo de previsão aproximado para ser, eventualmente, utilizado. Felizmente, existe um. No seu livro clássico, "PRINCIPLES OF UNDERWATER SOUND", ROBERT J. URICK, da Universidade Católica da América apresenta uma solução para as Perdas na Propagação em Águas Rasas que é, não só manuseável, como também usualmente precisa.

Sua solução baseia-se em um artigo, de 1962, escrito por H. W. MARSH e M. SCHULKIN e publicado no Jornal da Sociedade de Acústica da América (Volume 36, nº 6), "Transmissão em Águas Rasas". SCHULKIN e MARSH observaram que informações sobre condições ambientais raramente são precisas e que, mesmo quando essas são adequadas, soluções satisfatórias somente se apresentam com utilização computacional intensa. De acordo com os autores, "há necessidade de se comparar equações simples, que representem o valor médio de um campo sonoro, com a influência das peculiaridades inerentes aos principais fatores do ambiente".

MARSH e SCHULKIN estavam contratados pelo Marine Electronics Office, da AVCO Corporations, associado ao Laboratório de Acústica Submarina da US. NAVY, quando escreveram o artigo e tiveram acesso a mais de cem mil medições de perdas na propagação. Essas, realizadas em vários oceanos, foram introduzidas em um banco de modelos de águas rasas, considerando-se as frequências mais representativas associadas a sonares passivos, para uma grande gama de condições ambientais. Assim, esses pesquisadores ficaram em condições de comparar a teoria com suas observações e desenvolver uma aproximação semi-empírica para o problema de águas rasas. As medições foram realizadas com a finalidade de se obter dados para gerar expressões de propagação ambientalmente sintonizadas e montagem de Tabelas de Erro Esperado para serem utilizadas nas expressões.

As expressões de MARSH e SCHULKIN utilizam a profundidade local, o tipo de fundo, o estado do mar, a profundidade da camada de mistura e a frequência. Dois tipos de fundo são considerados, areia e lama, que representam as condições extremas de perdas no fundo. Nove frequências discretas são utilizadas: 0,1 - 0,2 - 0,4 - 0,8 - 1 - 2 - 4 - 8 e 10 MHZ.

Suas expressões para representar a atenuação em águas rasas consistem de uma equação para definir Distâncias de Campos, um conjunto de duas Tabelas de Condições Ambientais, um conjunto de três equações que servem para computar a Previsão de Perdas como uma função de valores tabulados e uma Tabela de Valores de Erros.

Distâncias de Campos – as expressões de previsão são apresentadas para três distâncias de campos sonoros: Campo Próximo, Campo Médio e Campo Distante, que são definidos em função de um parâmetro H, onde:

$$H = [1/8 (D + MLD)]^{1/2},$$

sendo D a profundidade local, MLD a profundidade da camada de mistura e H a distância em milhares de Jardas. Além disso, H é definido como a "distância salto", a distância da primeira reflexão no fundo. O Campo Próximo é definido como uma distância menor que H; o Campo Médio, uma distância maior que H, porém, menor do que 8H; e o Campo Distante, que praticamente não interessa, como uma distância maior do que 8H.

Anomalia de Campo Próximo (K_L) – a Anomalia de Campo Próximo representa a média das múltiplas reflexões na superfície e no fundo para o campo sonoro, em decibéis (dB). Ela é representada por uma matriz de nove por doze, de valores de estado do mar, tipos de fundo de areia ou lama e frequências.

Fator de Atenuação – (a_T) Fator de Atenuação é a perda por ciclo, em dB, em função das reflexões na superfície e no fundo. Similarmente à Anomalia de Campo Próximo, é representado por uma matriz de nove por doze, de valores de estado do mar, tipos de fundo de lama ou areia e frequências.

Equações de Perdas na Propagação – as equações abaixo são aquelas que representam as perdas para o Campo Próximo e o Campo Médio, respectivamente:

$$PL = 20 \log r + \alpha r + 60 - K_L, e$$

$PL = 15 \log r + \alpha r + a_T (r/H - 1) + 5 \log H + 60 - K_L$ onde r é a distância entre o receptor e a fonte, em milhares de jardas e as outras variáveis foram discutidas acima.

Previsão de Erro – o erro na previsão de perdas na propagação, utilizando-se as equações acima, é estimado pela comparação entre medições recentes realizadas nos oceanos e resultados obtidos nas equações, sob as mesmas condições.

O melhor das expressões de MARSH e SCHULKIN é que qualquer pessoa que tenha realizado cursos básicos de guerra antisubmarino pode, com um exemplar do URICK, e o auxílio de uma calculadora adequada, deter-

minar um valor razoável de Perda na Propagação em Águas Rasas.

Relembre-se: isto é somente para águas rasas. Não existe termo algum na expressão que represente a variação da temperatura com a profundidade, logo, não se considera o fenômeno da refração. Águas rasas são definidas como aquelas onde o som se propaga por múltiplas reflexões no fundo e na superfície. Duzentas braças é a profundidade limite onde este fenômeno ocorre.

No estágio atual de desenvolvimento de micro-computadores, um exame do URICK pode sugerir para muitos leitores que as expressões de MARSH e SCHULKIN puderam ser facilmente transformadas em "SOFTWARE". Uma boa implementação foi conseguida para a profundidade limite de 200 braças. Com pouco tempo disponível e pouca inclinação natural para programar, o autor escreveu um programa implementando o modelo e tornou-o do domínio público. Algumas melhorias puderam ser feitas para a aproximação, como descrito por URICK:

Frequências Específicas – as tabelas de URICK foram elaboradas para nove valores discretos de frequências; a implementação em "SOFTWARE", permitiu a interpolação para várias frequências entre 0.1 e 10 KHZ.

Tipo de Fundo – as expressões e tabelas apresentadas no URICK são utilizadas somente para tipos de fundos de lama ou areia. SCHULKIN e MARSH levaram em consideração outras tantas equações básicas que são

substancialmente mais específicas neste aspecto. Desde que o fundo é o principal elemento determinante no cálculo do modelo de perdas e pode ser especificado em diversas áreas através de sonares modernos e precisos, torna-se possível melhorar a precisão no alcance, utilizando-se valores mais apurados desta variável como dados de entrada.

A Marinha norte-americana entende que operações litorâneas implicam diretamente em operações de guerra anti-submarino em águas rasas e, conseqüentemente, em previsões de perdas da propagação sonora em águas rasas. Estas, introduziram mudanças substanciais na forma de se analisar previsões de perdas na propagação, principalmente, em função das inúmeras reflexões na superfície e no fundo do oceano, a que as ondas sonoras estão sujeitas.

Para águas muito rasas, problema de maior complexibilidade a ser solucionado em termos de previsão de perdas na propagação sonora, ainda há muito que se pesquisar e investir, na busca de modelagens que sejam capazes de traduzir tal fenômeno.

A aproximação apresentada poderá ser útil para se estabelecer futuras previsões de perdas na propagação sonora em águas rasas, dependendo do desenvolvimento de uma modelagem de previsão em larga escala para todos oceanos, a ser estabelecida de acordo com a descrição de CARRON, HEAGER e LA VIOLETTE em "THE CHALLENGE OF THE COASTAL SHALLOWS".



LEMBRAI-VOS DO “SAN LUIS”

Captain (Ret.) CHARLES H. WILBUR
Revista “Proceedings”

Tradutor: CC Porthos Augusto de Lima Filho

Se os torpedos tivessem funcionado corretamente a bordo do “*San Luis*” o conflito das Falklands em 1982 poderia ter terminado de forma diferente.

“Lembrai-vos do *Maine!*”. “Lembrai-vos de *Pearl Harbor!*”. Essas são expressões familiares que se referem a eventos navais que acompanharam a entrada dos EUA em guerra. Mais importante, “Lembrai-vos do *Lusitania!*”, nos faz lembrar do navio afundado por um submarino alemão que levou os EUA a embarcar na I Guerra Mundial. Talvez seja válido hoje falarmos: “Lembrai-vos do *San Luis!*”. O *San Luis* é um submarino argentino que se engajou na curta guerra pela posse das Ilhas Falkland em 1982.

Recentes artigos na *Proceedings* e comentários e discussões subsequentes a respeito dos prós e contras dos diversos tipos de submarinos, incluindo submarinos de propulsão nuclear versus os de propulsão convencional, tem sido saudáveis e de grande valor. Como a marinha americana considera que o submarino é a melhor plataforma anti-submarino, devemos aproveitar cada oportunidade de nos certificar que os submarinos de ataque que construímos são os melhores cujos custos podemos arcar. Cada vez mais, o custo se torna um fator de peso no processo decisório na escolha de um submarino. Entretanto, não se pode permitir que o custo se sobreponha a outros fatores, tais como a capacidade de ataque. Também é imperativo que a comunidade naval, nossos cidadãos, e particularmente nossos representantes eleitos, sejam prevenidos que a ameaça submarina não desapareceu com o fim da Guerra Fria, mas se tornou cada vez mais complexa e abrangente. Comentários na mídia a respeito da compra de um terceiro submarino classe *Seawolf* (SSN-21) para preservar a nossa indústria naval, “apesar do fato de não precisarmos”, demonstra a falta de entendimento sobre este assunto existente hoje. A ameaça não acabou. A Rússia não apenas continua a construir tanto submarinos nucleares como não-nucleares, mas também se esforça para expandir a lista de países para os quais

eles são vendidos. Enquanto isso, uma certa quantidade de submarinos de propulsão não-nuclear, mas também não-convencional, com propulsão independente de ar (AIP) estão em desenvolvimento em vários países da Europa, incluindo a Alemanha. Esses submarinos vão dificultar ainda mais as tarefas de detecção, localização e classificação por parte de forças navais anti-submarino.

Com a nossa nação bem como nossos aliados cada vez mais dependentes de petróleo importado, a possibilidade para diversas nações antagônicas e imprevisíveis alterarem a estabilidade econômica com um simples torpedo lançado sobre um petroleiro é alarmante. Some-se a isso a propagação de filosofias terroristas, tais como o Irã com seus submarinos classe *Kilo* de fabricação russa, Líbia com seus submarinos classe *Foxtrot*, ou até mesmo outros países de terceiro mundo menos conhecidos com, talvez, um dos modernos submarinos vendidos pelos alemães a quem tiver dinheiro para gastar, em condições de causar devastação a qualquer momento. É portanto imperativo que nós não somente nos mantenhamos a salvo desses submarinos estrangeiros, mas também desenvolvamos e construamos submarinos americanos (e outras plataformas A/S) capazes de acompanhar e fazer frente a essa expansão e diversificação de tipos de submarinos em suas respectivas áreas de operação.

Algumas referências a respeito do conflito das Ilhas Falkland indicam o quão pouco geralmente se sabe a respeito das operações de submarinos argentinos e ações ASW britânicas. Felizmente, eu tive uma oportunidade única de conhecer os fatos e de reportá-los a alguns oficiais da marinha americana. O que realmente aconteceu e o que podemos aprender dessas experiências?

Um submarino de propulsão nuclear britânico, o HMS *Conqueror*, iniciou ações de maior significado afundando o cruzador *General Belgrano* com torpedos de corrida reta da II Guerra Mundial. O uso de uma arma antiga foi uma decisão simples: a finalidade foi reservar torpedos de maior



capacidade para situações mais difíceis. Isso também comprova que um submarino não precisa estar dotado das armas mais modernas para cumprir uma missão na guerra moderna. Nesse caso, a utilização efetiva de torpedos da II Guerra Mundial foi suficiente para manter a marinha de superfície argentina no porto ou em águas costeiras durante toda a guerra. Além disso, o submarino britânico não precisaria estar dotado de propulsão nuclear para atingir o mesmo resultado, a despeito de, por se tratar de propulsão nuclear, o HMS *Conqueror* pôde transitar na máxima velocidade de forma a obter o máximo impacto estratégico.

Os britânicos gastaram grande quantidade de munição para proteger seu grupo de batalha de superfície da força de submarinos argentina, que estava equipada com quatro modernos navios de construção alemã, de propulsão não-nuclear. De fato, relatórios indicam que a marinha dos EUA foi solicitada para fornecer torpedos anti-submarino e outras armas para os britânicos porque eles estavam gastando seu estoque de armas A/S rapidamente. A melhor lição aqui é, provavelmente, a reafirmação de que a mera existência de uma pequena força de submarinos pode ter grande impacto na condução de uma guerra no mar.

Pouco tempo após o conflito, eu visitei oficialmente uma oficina de torpedos da marinha alemã. Tive também a oportunidade de visitar o estaleiro da Howaltswerke Deutsche Werft (HDW), onde modernos submarinos com propulsão diesel estavam sendo construídos para exportação. A HDW construiu os dois submarinos tipo 209 que a marinha argentina utilizou durante a guerra. A visita foi coordenada pelo engenheiro responsável pelo departamento de sistemas de combate. Ele e outro engenheiro da companhia Dutch Hollandse Signaal Apparaten (HSA) haviam acabado de regressar de uma visita à Argentina. A HSA instalou um sistema de armas bastante moderno a bordo dos submarinos construídos pela HDW que foram vendidos para a Argentina. A marinha argentina insistiu na visita de representantes das duas companhias para explicar porque um de seus submarinos havia tido desempenho insatisfatório durante o recente conflito. O engenheiro da HDW relatou o seguinte:

Os argentinos estavam perplexos porque todos os torpedos disparados pelo submarino *San Luis* não acertaram o alvo, a despeito de alguns terem sido lançados a curta distância e em condições ideais de ataque. Os engenheiros primeiramente tomaram conhecimento que, com exceção dos primeiros dias da guerra, quando o Submarino *Santa Fé* foi pego na superfície e colocado fora de ação enquanto tentava reabastecer as forças argentinas na Ilha de South Georgia, apenas o *San Luis* tinha participado de ações de guerra. Aparentemente o *Santiago del Estero*

não podia navegar porque estava canibalizado para prover sobressalentes para seu irmão, o *Santa Fé*. Os dois eram originalmente submarinos americanos da classe *Guppy*. Os argentinos declararam que conseguiram esconder este fato posicionando o *Santiago del Estero* no porto de forma que ele aparentasse estar pronto para o combate. Além disso, quando o conflito começou, o outro submarino de construção alemã, o *Salta*, teve um grave problema de baterias. Apesar de estar no mar quando ocorreu a avaria, ele foi enviado quase que imediatamente para um estaleiro para substituir as baterias e nunca participou de combate.

O fato desses navios estarem nessa condição no início do conflito demonstra o quanto a marinha argentina estava despreparada para uma rápida e decisiva resposta da Primeira-Ministra Margaret Thatcher à invasão das Ilhas Falkland. Isso também expõe uma limitação de um submarino de propulsão diesel-elétrica. Uma conclusão evidente é que todo o esforço de guerra anti-submarino dos britânicos foi utilizado contra apenas um único submarino argentino no mar.

Quando os engenheiros examinaram o *San Luis* eles encontraram duas principais deficiências, as quais qualquer submarinista perceberia. Primeiro, por conta de um desalinhamento de síncronos, as informações de marcação enviadas pelo periscópio chegavam com erro no sistema de direção de tiro. Com efeito, quando o Comandante tinha o alvo no alcance do armamento, o computador de direção de tiro achava que o alvo estava em outro lugar e guiava os torpedos de acordo com sua solução incorreta. Os submarinos da marinha americana evitam este tipo de problema através da condução de operações periódicas onde são realizadas acuradas verificações de precisão e prontidão para ação dos equipamentos (FORACS), uma manobra simples que reconduz à condição normal de operação todos os sensores e equipamentos de direção de tiro. Lição: nunca negligenciar a realização de ciclos de alinhamento periódicos.

Os dois engenheiros foram informados que todos os torpedos tinham corridas erráticas após o lançamento, fazendo guinadas sucessivas e aleatórias sem conseguir manter um rumo constante. Eventualmente, os argentinos concluíram, corretamente, que seis corridas erráticas por seis diferentes torpedos dificilmente seriam ocasionadas por problema exclusivamente dos torpedos. Mais provavelmente seria um problema do submarino. Investigações efetuadas revelaram um interessante erro humano. Aparentemente o *San Luis* possuía um suboficial responsável pelo sistema de direção de tiro muito sério e profissional. Regularmente, ele realizava rigorosos testes no sistema a fim de detectar qualquer possível falha (essa é uma das

razões pelas quais os argentinos estavam tão aborrecidos com os malogrados ataques. Como poderia um equipamento tão perfeitamente mantido falhar? Isso também explica o motivo de terem continuado tentando atacar diversas vezes. Quando ele realizava manutenção preventiva, um de seus hábitos era verificar que todos os fios e conectores estivessem limpos e fazendo perfeito contato. Ele e seu auxiliar checavam um por um, removendo o fio, limpando o conector e o ponto de conexão, e refazendo a ligação. Um desses fios tinha um terminal duplo, que supria alimentação para aquecimento para os torpedos nos tubos.

Nos modernos sistemas controlados eletricamente, o torpedo é preparado para o disparo com alimentação DC do submarino, que dá partida e orienta a giro, ativa outros componentes e permite ao torpedo receber introduções do SDT, tais como deflexão e profundidade de corrida. Quando lançado, o torpedo passa a receber alimentação própria, e o cabo que transmite a alimentação e introduções diretas do submarino é partido. Alguém recolocou esse fio com os terminais invertidos. Como resultado, a polaridade da giro do torpedo, que foi alinhada com alimentação do navio no interior do tubo, mudava quando o torpedo passava a receber alimentação própria após o disparo. Evidentemente, a giro invertia o sentido de rotação e o torpedo perdia orientação. Este tipo de problema, assim como muitos outros, é passível de ocorrer em um submarino americano. Exercícios de verificação real da prontidão dos sistemas vitais são essenciais para se verificar o verdadeiro valor e grau de prontidão de todo o SDT. Verificações isoladas foram efetuadas, mas apenas uma verificação completa, com o lançamento do torpedo, pode assegurar a prontificação do sistema como um todo. Consequentemente, não importa quão moderno seja o submarino ou seus torpedos, nem quão dedicada e compromissada seja sua tripulação, e a despeito de todos os testes de recebimento do navio, tudo pode se revelar inútil por causa de um simples detalhe. Não há nada que substitua a realização de completos e apropriados testes periódicos que incluem, inclusive, o lançamento de um torpedo de combate.

Uma outra lição a ser aprendida aqui, e talvez a mais importante delas, é que a guerra anti-submarino é um jogo difícil, perigoso e mortal. A despeito de todos os modernos sensores (incluindo, segundo suponho, informações de satélites de espionagem americanos fornecidas aos britânicos durante o conflito), localizar e detectar submarinos é uma tarefa difícil. As condições acústicas variam de acordo com a região geográfica, estação do ano e condições climáticas locais. Águas rasas e os diferentes tipos de fundo podem complicar ainda mais esse trabalho. Sistemas fixos de vigilância tem valor apenas nas áreas onde estão localizados. Parece evidente que, apesar de toda a expe-

riência e proficiência da Royal Navy (e eu considero essa marinha melhor ou igual à marinha americana em guerra A/S), as condições acústicas simplesmente os tornaram vulneráveis. O Submarino *San Luis* reportou a realização de ataques contra três "navios capitais", cada um deles seguido por uma manobra de evasão do submarino para avaliar a causa das corridas erráticas. Não tivesse o submarino sofrido problemas e, em consequência, acertado esses lançamentos, a guerra das Falklands poderia ter tido um desfecho diferente.

A magnitude das deficiências da marinha britânica em guerra A/S me foi bem ilustrada por uma das observações finais de um dos engenheiros. Tendo sido informado em primeira mão dos fracassados ataques argentinos e estando a par do maciço esforço de guerra A/S dispendido pelos britânicos, ele perguntou ao comandante do *San Luis* como foi estar sob contra-ataque dos ingleses após a falha dos torpedos. "Ataque?" Foi a resposta. "Não houve efetivamente um contra-ataque. Eu não creio que eles soubessem que nós estávamos ali até que eles ouviram o ruído de nossos torpedos correndo, e aparentemente o comportamento errático dessas armas evitou que se pudessem determinar com precisão a posição do submarino lançador. Nós nunca estivemos sob ataque direto."

Aparentemente os britânicos realizaram todos os ataques e lançamento de armas submarinas contra alvos falsos durante essa curta guerra. O *San Luis* era o único submarino argentino operacional. Embora em alguns casos possa ser prudente utilizar a política do "quando em dúvida atirar", como os aliados fizeram com o lançamento de cargas de profundidade durante a II Grande Guerra; se o seu armamento A/S é caro e limitado em quantidade, como é o caso hoje, seu estoque pode ser consumido rapidamente. E se o inimigo então se der conta dessa limitação? Talvez a lição a ser tirada daqui é que cada lançamento deve ser precedido de uma classificação criteriosa do contato. Certamente, a necessidade de buscar soluções para o desafiante problema de classificação do contato é evidente.

Nós precisamos educar nossos pares e nossos cidadãos para a real dificuldade da guerra anti-submarino, um desafio que aumentará substancialmente com o advento de submarinos dotados de propulsão não-convenicional tipo AIP (air-independent-propulsion). Nós devemos também estar alertas que a ameaça para a estabilidade e economia do mundo livre representada por submarinos, inclusive aqueles do terceiro mundo, está aumentando, e não diminuindo, enquanto a nossa dependência das vias de transporte marítimas se intensifica. Em consequência, devemos desenvolver e empregar plataformas anti-submarino com plena capacidade de combate e sistemas de



combate e armas submarinos de última geração, porém economicamente viáveis. Agir de outro modo é um convite à catástrofe, tal como a posição britânica ante a ameaça dos submarinos alemães (U-boats) em 1942. Na verdade, a ameaça da catástrofe permanece. Basta lembrar o tumulto causado à economia mundial e a nossas vidas particulares pelo boicote de petróleo realizado pelos árabes há 20 anos atrás. Hoje, nós estamos ainda mais dependentes de óleo importado, e portanto ainda mais vulneráveis. Bastaria apenas o afundamento de um simples petroleiro no estreito de Hormuz para criar pânico no mercado mundial. Nós negligenciamos o desenvolvimento de equipamentos e táticas anti-submarino assumindo um grave risco. Nós somos uma nação insular, embora pouca gente afora o pessoal envolvido com marinha de guerra e

mercante realmente entenda esse fato. Se os submarinos são, como muitos acreditam, nossas plataformas anti-submarino mais eficientes, nós devemos encorajar o debate envolvendo novos projetos. Esse diálogo contribuirá para o uso mais efetivo dos recursos disponíveis mesclando submarinos, navios de superfície e aviões de patrulha e helicópteros e outros artefatos anti-submarino. Vamos ouvir mais das forças de superfície e aviação a respeito de suas necessidades. Se apenas um submarino com propulsão diesel pode operar impunemente contra o melhor da Royal Navy no Atlântico Sul, nós não podemos permitir que a nossa nação permaneça complacente. De outro modo, "Lembra-vos do *Lusitania!*" pode se tornar um lamento real novamente, com o nome de um moderno superpetroleiro (ou cruzador?) em seu lugar.

SILÊNCIO QUANDO É HORA

CMG (RRm) SERGIO LIMA YPIRANGA DOS GUARANYS

O contato era uma fonte sonora coerente, muito tênue, frequência mais intensa 19 hertz, doppler não nulo, marcação 347°. Faltavam vinte e cinco minutos para terminarem as nove horas de duração de mais um quarto de serviço, a bordo do S-15, em patrulha ao largo do Amapá, às 0135P deste 3 de fevereiro de 2023.

Os outros quatorze submarinos nucleares brasileiros estavam distribuídos naquele instante como segue: um em cada uma das outras quatro zonas de patrulha permanentes, três no trânsito entre a Base Almirante Castro e Silva (BACS) e as zonas, três na BACS para reabastecimento, repouso e troca de tripulação para a patrulha, mais um em treinamento com a Esquadra e três em manutenção.

O Capitão-Tenente Corrêa e o 1º Sargento SCPL (Sistemas de Computação e Paioleiro) Lopes, que eram o quarto de serviço, já não mais seriam substituídos pelo 1º Tenente Pereira e pelo Suboficial MOEL (Motores e Eletricidade) Arruda,² que haviam sido chamados há dez minutos, pois o Comandante Lima, ao ser avisado do contato, mandou manter dormindo o Imediato Dourado e o 2º Sargento TMMS (Torpedos, Minas e Mísseis) Vieira, enquanto ele e o 3º Sargento ETMC (Eletrônica e Mecanismos) Siiveira preencheriam com os outros quatro despertados os seis postos de combate. Estes postos eram os controles do computador mestre e seu alternativo que fazia a Manobra, mais os outros dois pares, um para Sensores e situação tática e outro para Armamento e Gerência.

– Corrêa mantenha no duto acústico o UTA (sonar rebocado) e fique na cota de 430m, enquanto ele permanecer abaixo do duto. Rumo 067°, veloc. 4 nós, circulação pela capilar. Atenção todos vocês! Enquanto estamos na aproximação, vou recordar dois parágrafos de Ordem de Movimento. O primeiro é que os atuais conflitos têm ênfase política, secundada pelo poder militar na nação

hegemônica e pelo poder psicossocial nas demais destacadas. Ninguém está usando ações econômicas, pois isto excitaria as já frágeis acomodações de escassez de materiais. Também não estão usando ações armadas porque provocam intensificação de buscas ativas por parte das demais nações não engajadas, turvando as leituras de informações. Na presente sessão do Conselho de Segurança da ONU a nação hegemônica lidera quatro membros em moção para ser autorizado o monitoramento e condicionamento em nome do organismo, sobre comportamentos nacionais passíveis de polarizar ações protetoras do bem estar mundial. O Brasil apresentou nesta sessão, com o apoio de cinco dos outros quatorze membros, a moção estipulando que forças armadas somente poderiam estar mais próximas de outros territórios que dos nacionais delas, caso estivessem ostentando propósitos incapazes de ofender soberanias.

O outro parágrafo é dedicado aos alvos que vierem a ser detectados em patrulha. Cada alvo deve saber que foi detectado, que esteve vulnerável e que possivelmente está sendo identificado. Se algum alvo atacar, deverá ser transmitida uma parte de contato antes do engajamento.

– Comandante, alvo designado 008, rumo assumido 166°, veloc. 19 nós, distância 100 milhas, disse o Tenente Pereira.

– Minha intenção é aproximar até dois zero duplo zero, abaixo da camada, a fim de enviar um transportador de garras e nos mantermos na sombra. Lopes, já tem alguma classificação do contato?

– Sim senhor, um hélice de nove pás, vela com leme, rumo em senóide;

– A continuar assim temos quatro horas até chegarmos perto. Está liberada a conversa e eu queria contar a



visita que fiz a um velho Almirante na última estadia no Rio. Ele contou que na década de 90 muitos políticos hostilizavam e tolhiam os militares. o que afinal provocou reações férteis. Parece que foi em 97 que os Altos Comandos abandonaram a cega divisão de trabalho e adotaram debate antes de diretrizes. A própria restrição orçamentária impôs o aumento de dispêndio com modelagem matemática, cara porém mais barata que as correspondentes realizações. Houve reações inflamadas contra esse comportamento, tanto nas organizações operativas como nas diretorias técnicas, brandindo argumentos do tipo “país desarmado”, “Marinha Escola”, “cúpula hesitante” etc... É a esse procedimento que devemos a existência dessa circulação capilar para patrulha e dos sarilhos que substituíram as clássicas barras de controle da reação, exclusividades nossas que nos proporcionaram a menor assinatura acústica do mundo.

– Comandante, eu já era marinheiro quando um ministro introduziu o ensino de lógica em todas as escolas da Marinha, afirmando que a prática dessa disciplina havia produzido um notável Diretor de Engenharia na década de 80. Isso ocorreu na virada do século e teve os méritos de corrigir a lisonja, que ensejava o protecionismo e impedir o abuso de hierarquia, que descartava a contribuição de cooperadores. Até ouvir o senhor relacionar hoje ao debate nos Altos Comandos nossas capacidades atuais, eu atribuía tudo ao advento da lógica, disse o Suboficial Arruda.

– Nós temos hoje previsões precisas de propagação sonar, decorrentes das estações meteorológicas da Marinha em Montes Claros, MG e Vitória da Conquista, BA, sugeridas separadamente e coincidentemente por dois Almirantes oceanógrafos na década de 70, somente criadas neste século, disse o CT Corrêa. Essas previsões nos conferem vantagens acústicas incontornáveis pela tecnologia, somente anuláveis por inviável superioridade numérica, mormente nesta área de deságue da Bacia Amazônica, conjugada com a corrente equatorial e o sueste.

O Sargento Lopes acrescentou que os equipamentos a serem empregados contra o contato 008 dali a pouco, tiveram a origem da sua concepção em despreocupadas conversas nas festa da Força, tanto o 17 de julho como passagens de comando e aniversários das OM componentes. O espírito de corpo, a sensação de pertencer exclusivamente e a saudade do tempo em que os da reserva haviam sido úteis, foram os ingredientes daquele desenvolvimento. Partiram da dúvida de Seileniz, percorreram o noticiário de revistas técnicas, indo atingir alguns companheiros então ligadas a diretorias e serviços técnicos. A principal contribuição deles foi avaliar as conversas desses assuntos, até suscitar sucessivamente desejos, requisitos, pré-contratos, ensaios, materiais autorizados e recursos táticos.

O Comandante ordenou: Silveira, os lançadores de sinais terão o seguinte emprego: nº 1 o transportador e em

seguida contramedida; nº 2 um despistador com evasiva 3BB nº 3 um despistador com evasiva 2BE e o nº 4 com bóia retransmissora seguida por contramedida. O transportador será carregado com um martelete de escoamento hidrodinâmico, um transdutor UQC (telefone submarino) com mensagem permanente e um transmissor para satélite, também com mensagem permanente. Arruda, grave agora e introduza as mensagens do UQC e para o satélite, de modo a deixar um dos gravadores pronto a receber a parte do contato.

O Tenente Pereira disse: “008 Parou” – Cota 500m, prossiga Pereira, disse o Comandante. – Distância atual 60 milhas, distância à rota dois duplo zero duplo zero – O duto está entre 260 e 400m, disse o Sargento Lopes. Contato 008 em movimento, mesma atitude, cota 400m. O duto deve estreitar afastando da costa, segundo a previsão. – Silveira, carregue os lançadores de sinais.

Três horas mais tarde o S-15 está a 6000 jardas do contato 008, marcação 343º, velocidade 4 nós, cota 500 metros quando o Comandante manda o CT Corrêa guinar para 343º, parar a máquina e o Tenente Pereira avisar quando estiver a dois duplo zero e atenção para o lançamento do transportador.

Feito o lançamento do transportador, ele plantou o martelete na proa do contato 008, o transdutor UQC a meio navio e o sinal para satélite após a vela, todos ainda inibidos. O martelete começou a bater em dois minutos, tempo justo para endurecer os adesivos das garras dos três equipamentos. O transdutor estava ajustado para iniciar a transmissão decorridos 8 minutos, desde que estivesse abaixo da cota de 20m. O sinal para satélite somente dispararia na superfície.

O S-15 entrou em movimento no rumo 250º, veloc 2 nós, ouviu a mensagem do UQC plantado no contato 008: YOU ARE FOUL THEN TRACKED NOW STAMPED LOUD AND CLEAR. Pouco depois o sargento Lopes participou que o 008 havia emergido e parado a máquina. O Comandante disse ao Sargento Siiveira o seguinte texto para a parte via bóia: MARINHA LAMA CEU LIMPO MODERADO KILO DOIS, que traduzido era: DE S-15 PARA MARINHA TRATEI ESTRANHO ACORDO ORDEM EMERGIU SUBZONA ONZE PROSEGUIU NORDESTE.

Chegando a BACS a 18 de fevereiro a tripulação foi informada pelo Comandante da Força de submarinos que o contato fora percebido por vários orbitais e dois geoestacionários ao emergir e mais que no dia 10 de fevereiro a delegação brasileira no Conselho de Segurança, silenciosamente substituiu o cenho franzido habitual por semblantes de indizível felicidade, suficientes para refrear a outra moção.

CARACTERÍSTICAS DE PROPULSORES EM DUTO E SUA UTILIZAÇÃO EM SUBMARINOS

CC (EN) RICARDO SBRAGIO

1 - INTRODUÇÃO

Os propulsores em duto possuem um campo de aplicação bastante variado, podendo ser usados em rebocadores, navios mercantes, navios militares, submarinos e torpedos. O emprego do propulsor em duto em embarcações mercantes visa obter uma melhor eficiência, podendo também ser usado para melhorar as características de cavitação (em cada um destes casos se usa um tipo diferente de duto). Quanto à sua aplicação militar, ela está mais ligada ao fato dele retardar a injeção de cavitação⁽¹⁾ (com um pequeno prejuízo da eficiência, devido às características do duto) e reduzir o ruído irradiado pelo propulsor. Desta forma, tem-se verificado, nestes últimos anos, um aumento do emprego deste tipo de propulsor em submarinos. Os propulsores em duto projetados com esta finalidade possuem melhores características no que se refere à cavitação e à emissão de ruído, quando comparados a propulsores convencionais. Submarinos recentemente lançados, como o francês "Le Triomphant", o inglês "Vanguard" e o norte-americano "Seawolf", adotaram este tipo de propulsor.

A finalidade deste artigo é descrever as características principais dos tipos de propulsores em duto e apresentar as vantagens do seu uso como propulsor de submarinos.

2 - DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS PROPULSORES EM DUTO

Fisicamente o propulsor em duto se divide em duas partes: O duto, que é uma superfície anular com

uma seção média em formato de perfil⁽²⁾ hidrodinâmico (figura 1), e o propulsor propriamente dito, que opera no interior do duto, podendo ser independente dele (na maioria dos casos) ou a ele fixo. O propulsor que opera de forma fixa ao duto é menos utilizado e traz a desvantagem do atrito causado pela rotação do duto no meio fluido. O propulsor separado fisicamente do duto apresenta menores perdas por atrito e, por ser mais usado em aplicações militares, será o objeto de interesse deste artigo.

Para que o conjunto propulsor-duto opere de forma adequada, é necessário que a distância entre a ponta da pá e o duto seja extremamente pequena. Uma distância grande provoca uma menor interação entre o duto e o propulsor, contrariando o propósito do uso do duto.

A seção média do duto consiste em um perfil hidrodinâmico (figura 1). Ao incidir um escoamento sobre o duto, ocorre uma variação no campo de velocidades e de pressões, de forma similar à que ocorre em uma asa. Desta forma, é gerado um campo de alta pressão em um dos lados do duto e um campo de baixa pressão do outro lado. Conforme a lei de Bernoulli, o campo de alta pressão provoca uma desaceleração no líquido, enquanto que o campo de baixa pressão provoca uma aceleração. Dependendo de seu projeto, o propulsor em duto poderá apresentar desaceleração ou aceleração no interior do duto. O propulsor em duto que desacelera o fluxo em seu interior é denominado de pump-jet, sendo

(1) - A injeção de cavitação é o momento em que ocorre a formação de bolhas de vapor por causa da queda de pressão no propulsor.

(2) - No caso do duto, o perfil é representado pela interseção do duto com um plano longitudinal que contenha o seu diâmetro. No caso da pá do propulsor, o perfil é representado pela interseção da pá com uma superfície cilíndrica em um determinado raio. Na figura 1 pode-se ver o formato dos perfis dos dutos desaceleradores e aceleradores.

usado para se aumentar a velocidade livre de cavitação (devido à maior pressão interna ao duto). O propulsor que acelera o fluxo é denominado de kort-nozzle e é usado para se obter uma melhor eficiência. Estes dois tipos de propulsores em duto são usados de acordo com as características das embarcações em que operam. Na figura 1 é apresentado um desenho esquemático do formato destes propulsores.

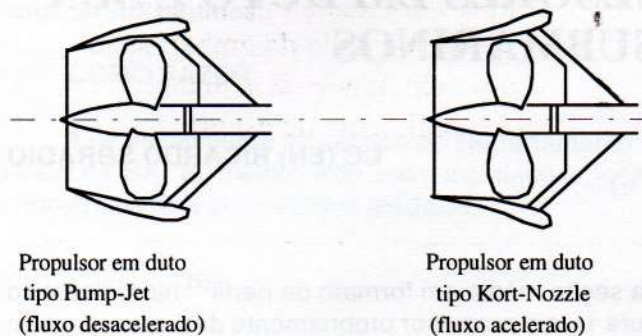


Figura 1 – Tipos de propulsores em duto

3 – VANTAGENS DOS PROPULSORES EM DUTO

O propulsor em duto apresenta várias vantagens em relação ao propulsor convencional. Este tipo de propulsor permite melhorar as características de cavitação em dutos desaceleradores (pump-jet) ou aumentar a eficiência em dutos aceleradores (kort-nozzle). Permite, também, melhorar a eficiência devido à influência do duto no carregamento da pá e devido às menores perdas de energia cinética de rotação do fluido na esteira do propulsor (através do uso de estatores). Outra vantagem de seu uso, importante no caso de submarinos, é o menor nível de ruído irradiado. Estas vantagens decorrentes do uso do propulsor em duto são descritas a seguir.

3.1 – ATRASO NA INCEPÇÃO DE CAVITAÇÃO (PARA PROPULSORES DO TIPO PUMP-JET)

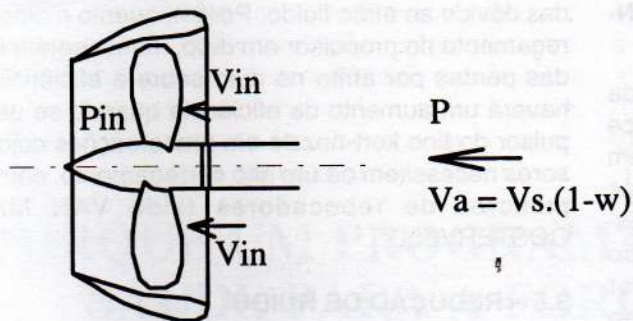
O duto do tipo pump-jet, que desacelerará o fluxo em seu interior, provoca, segundo a lei de Bernoulli, um aumento de pressão sobre a pá. Desta forma, dentro do duto, o propulsor se comporta como se estivesse operando em uma profundidade maior do que a real. Para submarinos ou torpedos, isto é vantajoso pois retarda a inceptção de cavitação. O gráfico da figura 2 (similar à figura 10 da referência 1) mostra o aumento na profun-

didade que o propulsor do tipo pump-jet sente em função da velocidade da embarcação “Vs” e da desaceleração do fluido incidente. Este aumento de profundidade é obtido a partir da equação de Bernoulli, considerando-se um escoamento incidente com velocidade média igual à velocidade de avanço “Va” (“Va” é determinada pela velocidade da embarcação “Vs” alterada pelo coeficiente de esteira “w” através da relação $V_a = V_s \cdot (1 - w)$). Na região do propulsor, devido à desaceleração do fluido por causa do duto, a velocidade incide com um valor médio igual a “Vin”. Pela lei de Bernoulli, uma desaceleração no fluxo está associada a uma pressão estática maior. Desta forma, o pump-jet permite que a pá opere em uma pressão maior, retardando a inceptção de cavitação e, portanto, a emissão de ruído. Como exemplo do uso do gráfico da figura 2 tem-se que no caso de um submarino se deslocando com uma velocidade “Vs” igual a 15 nós, equipado com um propulsor do tipo pump-jet projetado para ter uma velocidade média interna ao duto “Vin” igual a 50% da velocidade de avanço “Va” (ou seja, $V_{in}/V_a = 0.5$), com um coeficiente de esteira w igual a 0.7, tem-se que o acréscimo de pressão “p” seria correspondente a 1.1 metro de coluna d’água. O propulsor se comportaria como estando em uma profundidade 1.1 metro maior do que ele se encontra na realidade. Dependendo do tipo de submarino e da profundidade em que ele se encontra, isto pode corresponder a um aumento acima de 0.5 nó na velocidade livre de cavitação.

O exemplo citado representa uma aproximação simples de como o propulsor do tipo pump-jet pode melhorar as características referentes à cavitação. Neste exemplo e na figura 2 não foi levada em consideração a redução no empuxo devido ao empuxo negativo que o duto desacelerador proporciona. A redução de empuxo reduz a eficiência do propulsor e torna necessário que se aumente o carregamento sobre o hélice para compensá-la. Isto provoca uma maior tendência à inceptção de cavitação. Porém, verifica-se que este efeito é compensado pela maior pressão estática no interior do duto, quando o propulsor possui um baixo carregamento. Para propulsores com um alto carregamento (por exemplo, propulsores de rebocadores), o aumento da pressão estática no hélice, devido à influência do duto, não compensa a necessidade do aumento de empuxo na pá, piorando o comportamento do propulsor em duto no que se refere à inceptção de cavitação (vide VAN MANEN e OOSTERVELD⁴).



Lista de símbolos

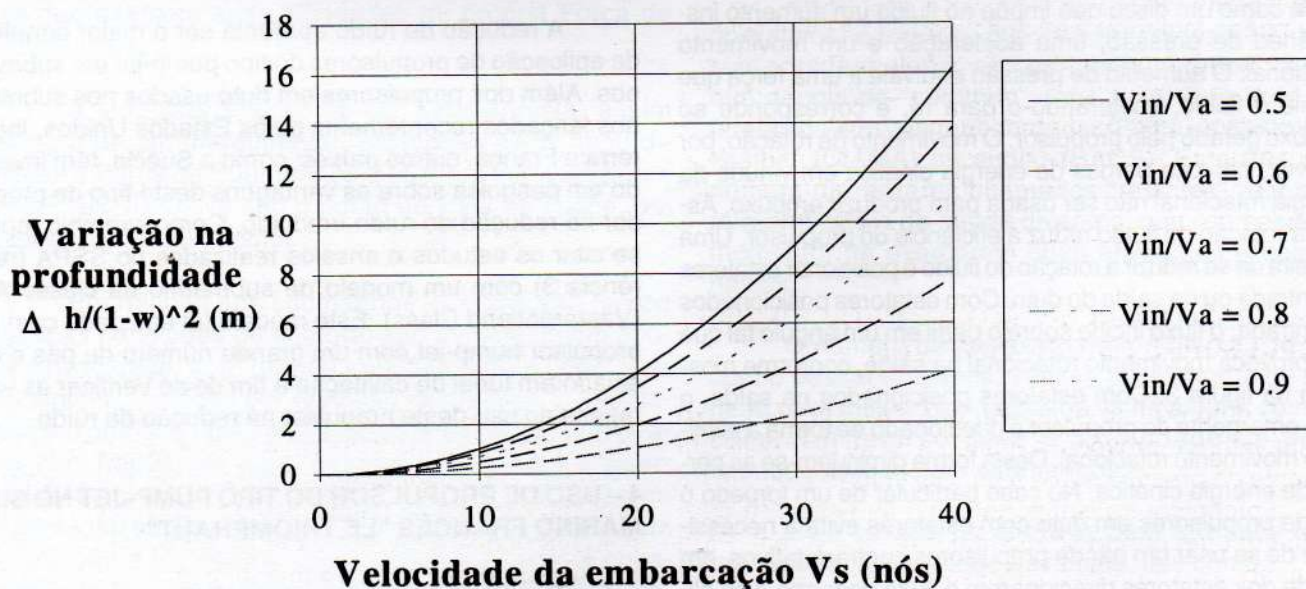


- Δh = variação da profundidade
- P = pressão ao longe
- P_{in} = pressão interna ao duto
- ρ = densidade do fluido
- g = aceleração da gravidade
- V_{in} = velocidade interna ao duto
- V_s = Velocidade da embarcação
- V_a = velocidade de avanço
- w = coeficiente de esteira

Desenvolvimento da equação de Bernoulli:

$$\frac{\Delta h}{(1-w)^2} = \frac{P_{in} - P}{\rho g} \cdot \frac{1}{(1-w)^2} = \frac{1}{2g} \cdot V_s^2 \cdot (1 - (V_{in}/V_a)^2)$$

Profundidade equivalente do propulsor devido ao duto desacelerador (pump-jet)



3.2 – MELHOR EFICIÊNCIA DEVIDO AO CARREGAMENTO MAIS UNIFORME AO LONGO DA PÁ E À INFLUÊNCIA DO DUTO

Em um propulsor convencional ocorre, na ponta da pá, uma equalização do campo de alta pressão na face com o de baixa pressão no dorso, através da passagem do fluido de uma região para a outra. Isto ocorre através da emissão de vórtices nesta região. A equalização de pressões faz com que a ponta da pá não contribua na geração do empuxo. No propulsor em duto é mais difícil ocorrer esta equalização de pressões pois o fluido da região de alta pressão não consegue contornar a ponta da pá e misturar-se à região de baixa pressão (desde que a distância entre a pá e a parede do duto seja extremamente pequena). Assim, pode-se utilizar esta região para gerar empuxo. A distribuição de carregamento sobre a pá se torna mais uniforme, reduzindo as vorticidades emitidas ao longo de toda a pá e praticamente eliminando o vórtice emitido na ponta, por causa da influência do duto. Como os vórtices emitidos induzem velocidades sobre a pá, que representam perdas de eficiência, conclui-se que o uso do duto, ao reduzi-los, provoca uma melhoria na eficiência do propulsor.

3.3 – MELHOR EFICIÊNCIA DEVIDO À MENORES PERDAS DE ENERGIA CINÉTICA DE ROTAÇÃO (USO DE ESTADORES)

Uma das teorias que descrevem o funcionamento de um propulsor, a teoria do impulso (referência 7), modela o hélice como um disco que impõe ao fluido um aumento instantâneo de pressão, uma aceleração e um movimento rotacional. O aumento de pressão equivale à uma força que impele o fluido, acelerando-o para ré, e corresponde ao empuxo gerado pelo propulsor. O movimento de rotação, por sua vez, provoca perdas de energia cinética em virtude da energia rotacional não ser usada para produzir empuxo. Assim, a rotação do fluido reduz a eficiência do propulsor. Uma maneira de se reduzir a rotação do fluido é posicionar estatores na entrada ou na saída do duto. Com estatores posicionados na entrada, o fluxo incide sobre o perfil em um ângulo tal que não provoca movimento rotacional na saída, conforme mostrado na figura 3. Com estatores posicionados na saída, o fluxo emergente do propulsor é direcionado de forma a eliminar o movimento rotacional. Desta forma diminuem-se as perdas de energia cinética. No caso particular de um torpedo o uso de propulsores em duto com estatores evita a necessidade de se usar um par de propulsores contrarrotativos, em virtude dos estatores direcionarem o fluxo de forma a se eliminar momentos rotacionais sobre o eixo.

3.4 – MELHOR EFICIÊNCIA DEVIDO AO DUTO ACELERADOR (PARA PROPULSORES DO TIPO KORT-NOZZLE)

Nos propulsores em duto do tipo kort-nozzle, ou seja, com fluxo acelerado, ocorre uma contribuição do duto na

geração de empuxo. Em contrapartida, o duto provoca perdas devido ao atrito fluido. Porém, quanto maior for o carregamento do propulsor em duto, menor será a influência das perdas por atrito no duto sobre a eficiência. Assim, haverá um aumento de eficiência quando se usar o propulsor do tipo kort-nozzle em embarcações cujos propulsores necessitem de um alto carregamento, como os propulsores de rebocadores (vide VAN MANEN e OOSTERVELD⁴).

3.5 – REDUÇÃO DE RUÍDO

No estudo de ruídos gerados por propulsores é conveniente se analisar três itens: cavitação, vibrações devido à passagem da pá no campo de esteira variável e vibrações na pá (singing). Os dois primeiros itens são possíveis de se controlar através do uso de propulsores em duto. O uso do duto desacelerador (pump-jet) evita ou retarda a cavitação na pá e a cavitação devido à emissão de vórtices de ponta e de bosso. Quanto às vibrações introduzidas no eixo do propulsor, tem-se que a sua intensidade será função dos harmônicos múltiplos do número de pás e seus harmônicos adjacentes. Assim, o uso de um número elevado de pás em um propulsor em duto permite a redução de vibrações pois elas dependerão de harmônicos elevados, que possuem intensidades extremamente baixas. Quanto às vibrações na pá (singing), o uso do duto aparentemente não traz alterações significativas.

A redução de ruído aparenta ser o maior benefício da aplicação de propulsores do tipo pump-jet em submarinos. Além dos propulsores em duto usados nos submarinos lançados recentemente pelos Estados Unidos, Inglaterra e França, outros países, como a Suécia, têm investido em pesquisa sobre as vantagens deste tipo de propulsor na redução do ruído irradiado. Como exemplo, pode-se citar os estudos e ensaios realizados no SSPA (referência 3) com um modelo de submarino da classe A17 (Västergötland Class). Este modelo foi equipado com um propulsor pump-jet com um grande número de pás e ensaiado em túnel de cavitação a fim de se verificar as vantagens do uso deste propulsor na redução de ruído.

4 – USO DE PROPULSOR DO TIPO PUMP-JET NO SUBMARINO FRANCÊS "LE TRIOMPHANT"

O submarino balístico com propulsão nuclear "Le Triomphant" foi construído nos estaleiros da DCN (Direction des Construction Navales) em Cherbourg (França). Este submarino tem sido citado em várias referências por suas virtudes em relação à redução no ruído irradiado (vide referências 5 e 6). Possui 138 m de comprimento, 12.5 m de diâmetro, 12.640 toneladas de deslocamento na superfí-

cie e 14.120 toneladas de deslocamento submerso. Sua construção iniciou-se em 1987, sendo lançado ao mar em fins de 1994. Sua incorporação está prevista para março de 1996. O programa de construções de submarinos balísticos desta classe prevê quatro submarinos. O "Le Téméraire", segunda unidade, teve iniciada a sua construção em 1990, estando prevista a sua incorporação para julho de 1998. O "Le Vigilant", terceira unidade, teve iniciada a sua construção em 1993, tendo a incorporação prevista para julho de 2001. A quarta embarcação tem sua incorporação prevista para 2005.

A assinatura acústica dos submarinos desta classe será muito reduzida em virtude do uso de um propulsor em duto do tipo pump-jet com um grande número de pás (muito superior ao número usado normalmente em propulsores usuais de submarinos). O uso deste propulsor proporciona as vantagens já citadas no que se refere ao aumento da velocidade livre de cavitação e redução de ruído. Desta forma, pode-se considerar que o submarino "Le Triomphant" possui um propulsor de alta eficiência e baixo nível de ruído irradiado, representando, atualmente, o que há de estado da arte no projeto de propulsores.

V_a - Veloc. de avanço sobre o perfil

V_{r_e} - Veloc. de entrada do fluido em relação ao perfil

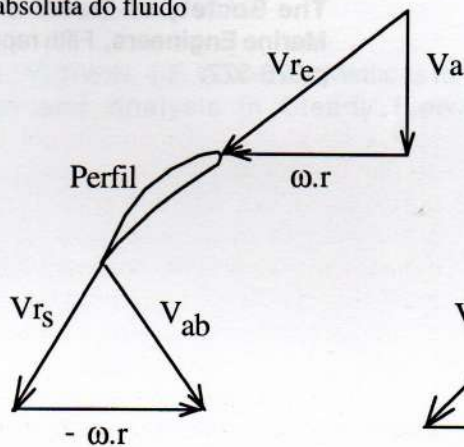
V_{r_s} - Veloc. de saída do fluido em relação ao perfil

V_{ab} - Veloc. absoluta do fluido

V_a' - Veloc. de avanço alterada pelo estator

ω - veloc. de rotação

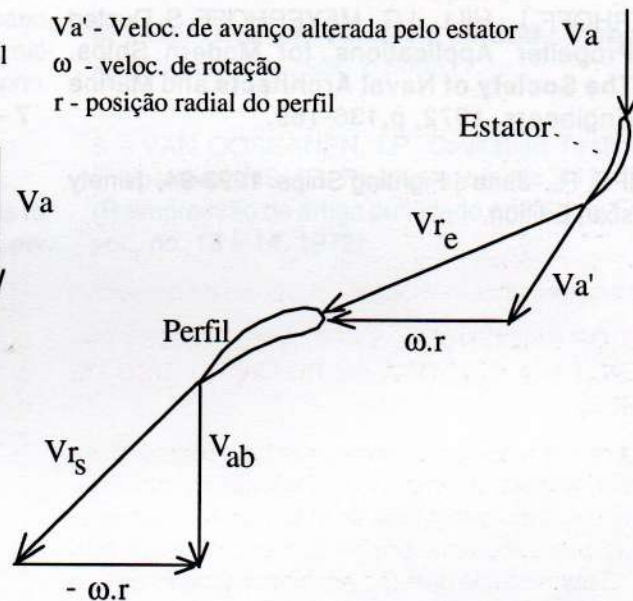
r - posição radial do perfil



Perfil em um propulsor convencional

(a velocidade absoluta do fluido possui componente rotacional)

Obs: desprezou-se, nesta figura, as velocidades induzidas pela lâmina.



Perfil em um propulsor em duto com estator

(a velocidade absoluta do fluido não possui componente rotacional)

Figura 3 – Diagramas de velocidades relativos a um propulsor convencional e a um propulsor em duto


5 – CONCLUSÃO

As vantagens do propulsor em duto sobre o propulsor convencional e sua grande aplicabilidade em submarinos vêm comprovar a tendência do seu uso nos submarinos projetados recentemente como o francês "Le Triomphant", o inglês "Vanguard" e o norte-americano "Seawolf".

Os dutos usados em propulsores podem ser do tipo desacelerador (pump-jet) ou acelerador (kort-nozzle). No primeiro caso, o objetivo do seu uso é aumentar a velocidade livre de cavitação da embarcação. No segundo caso, o objetivo é proporcionar um aumento de eficiência.

O propulsor em duto desacelerador (pump-jet) é o que mais se adapta a submarinos, permitindo aumentar a velocidade livre de cavitação através do aumento da pressão na região da pá. Além disto, a interação do duto com a pá permite carregar a sua ponta e reduz a intensidade dos vórtices emitidos, proporcionando uma maior eficiência e um menor nível de ruído irradiado. Um outro fator que permite melhorar a eficiência é o uso de estatores que direcionam o fluxo e eliminam as componentes rotacionais da esteira do propulsor, provocando menores perdas de energia cinética.

Um dos maiores benefícios do uso do propulsor do tipo pump-jet em submarinos é a redução do nível de ruído



do irradiado. Isto ocorre devido ao atraso na injeção de cavitação e devido ao uso de um grande número de pás no propulsor (que possibilita uma menor intensidade das vibrações introduzidas no eixo).

Através da análise das características deste tipo de propulsor pode-se concluir que ele representa o estado da arte em matéria de propulsores de submarinos, proporcionando uma assinatura acústica extremamente baixa e uma melhor eficiência em relação a propulsores convencionais.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 – MEYERHOFF, L.; HILL, J.G.; MEYERHOFF, S. Ducted Propeller Applications for Modern Ships. **The Society of Naval Architects and Marine Engineers**, 1972, p.136-169.

2 – SHARPE, R., Jane's Fighting Ships 1993-94, Ninety sixth Edition.

3 – SSPA information sheet 2/93, 1993, Suécia.

4 – VAN MANEN, J.D.; OOSTERVELD, M.W.C. Analysis of Ducted-Propeller Design, **Transactions of The Society of Naval Architects and Marine Engineers**, 1966, p. 522-562.

5 – FRIEDMAN, N., World Navies in Review, **Proceedings of the U.S. Naval Institute**, Vol 120/3/1,093, March 1994, p.102-104.

6 – TURBÉ, G., Le Triomphant, Sous-Marin du Silenc, **Science & Vie**, no. 912, Septembre 1993, p.98-105.

7 – COMSTOCK, J.P., Principles of Naval Architecture, **The Society of Naval Architects and Marine Engineers**, Fifth reprinting, August 1980, p.376-377.



CONHECENDO UM CLASSE “LOS ANGELES”

TOM CLANCY

Extrato do livro “Submarine”

Adaptado por: CC Claudio da Costa Lisboa.

O PROJETO SSN 688.

De todos os projetos de submarinos nucleares executados pelos Estados Unidos da América, nenhum foi sujeito a tantas disputas políticas e controvérsias quanto o da classe “Los Angeles(688)”. O projeto teve origem em uma série de incidentes que ocorreram no início dos anos 60, época em que os Estados Unidos estavam tentando decidir que tipo de submarino nuclear de ataque seria construído para substituir os bem sucedidos classe “Sturgeon”.

As disputas políticas iniciaram com o desejo do Vice-Almirante Hyman G. Rickover, então “Director of Naval Reactors(DNR)”, de construir um submarino de alta velocidade(acima de 35 nós), capaz de apoiar diretamente uma Força-Tarefa nucleada em Navios-Aeródromos, a essência do poder naval americano.

O “Naval Sea System Command(NAVSEA)” era favorável a um projeto chamado “Conform”, que não era tão rápido quanto ao projeto de Rickover, porém tinha vantagens na redução de ruídos e na habitabilidade.

O fato decisivo que pendeu a balança para o lado de Rickover foi o agora conhecido “Enterprise incident”, que chocou a Marinha e a comunidade de inteligência norte-americana. No início de 1969, o Navio-Aeródromo “Enterprise” e seus escoltas deixaram sua base na Califórnia para um cruzeiro de guerra até o Vietnã. Assim que o “Enterprise” deixou o porto, a comunidade de inteligência interceptou uma mensagem que indicava que a União Soviética estava enviando um submarino da classe “November” para interceptar o Navio-Aeródromo e seu grupo. Na tentativa de se estabelecer, de uma vez por todas, as capacidades da primeira geração de submarinos nucleares russos, foram incluídas até aeronaves anti-submarinas com a finalidade de rastrear o “November”, e foi

constatado que os presumíveis lentos “November” podiam desenvolver 30 nós de velocidade. A chegada da informação em Washington D.C desencadeou uma rápida reavaliação das capacidades dos submarinos nucleares russos.

Até esse ponto, era assumido que os “Novembers” eram somente capazes de desenvolver velocidades por volta de 20 nós , semelhantes ao “Nautilus” e aos “Skates”. O que a constatação das altas velocidades desenvolvidas pelos “Novembers” significava para as classes mais modernas, como os “Victor I” e “Victor II” ? Em adição, existiam indicações que os soviéticos estavam trabalhando em uma nova classe de submarinos nucleares que poderiam mergulhar em profundidades superiores a 2000 pés/700 metros e desenvolver velocidades acima de 40 nós.

De fato, a performance dos “Novembers” era devido a extrema falta de blindagem contra radiação. Os navios russos simplesmente não tinham as especificações de segurança que qualquer outra nação civilizada considerava essencial para a segurança de seus tripulantes. A superioridade dos “Novembers” foi baseada em uma má interpretação das informações recebidas, mas naquela época, não havia meios para se comprovar a veracidade das informações. Rickover não era homem de deixar escapar uma oportunidade e, utilizou a “excelente” performance dos “Novembers” para justificar seu ponto de vista. Através de sua rede de influência na Marinha e no Congresso, ele pressionou a Marinha para matar o projeto “Conform” e construir a sua classe de submarinos de alta velocidade.

Rickover recebeu autorização para construir doze submarinos da classe. Para auxiliar a sua vitória na votação crítica no Congresso para a liberação de recursos, ele quebrou a longa tradição da Marinha de nomear seus submarinos com nomes de criaturas do mar e utilizou as capitais dos Estados de origem dos Senadores que votaram a seu favor (“peixes não votam”).



O primeiro submarino da classe, o "Los Angeles(SSN 688)", foi projetado para incorporar as idéias de velocidade e poder, mas o início foi problemático. Dizem que o Camelo é um Cavalo projetado por um comitê, e o "Los Angeles" não foi exceção da regra. O primeiro problema foi colocar a planta do reator S6G dentro de um casco com dimensões necessárias para se obter as velocidades especificadas por Rickover. Isso significava que uma ou mais especificações-chaves(tubos de torpedos, armazenamento de armas, habitabilidade, nível de ruído irradiado, velocidade, sensores ou cotas de operação) deveriam ser reduzidas. O compromisso era de reduzir o diâmetro do casco e limitar a cota de operação para $\frac{3}{4}$ dos "Sturgeons" e "Permits"(950 pés/300 metros). Em adição, a habitabilidade foi severamente comprometida, forçando a utilização de "beliches-quentes" pela tripulação.

Com a prontificação do projeto dos "Los Angeles", a Marinha selecionou a "Electric Boat Division of General Dynamics Corp" como contratado principal para a construção dos submarinos. Uma inspeção da Marinha encontrou uma série de soldas fora das especificações, o que ocasionou a completa reconstrução de vários cascos.

Apesar dos problemas envolvendo o Estaleiro construtor, a Marinha e os contribuintes receberam o mais rápido, silencioso e capaz SSN jamais construído. Nos cruzeiros de aceitação, os "Los Angeles" provaram que estavam a altura do que se esperava deles. Uma nova era de submarinos de ataque foi iniciada com o comissionamento do "Los Angeles" em 1976.

Um dos marcos foi o novo sistema integrado de sonar, que foi incluído no projeto logo no início. Em adição, os "Los Angeles" foram os primeiros submarinos que receberam uma nova família de armas, o torpedo MK 48 e o míssil anti-superfície UGM-84 HARPOON. Os Estados Unidos ganhou um Camelo extremamente capaz com o "Flight I Los Angeles".

Nos anos 70, após a degradação das relações Leste-Oeste, a Marinha recebeu autorização para a construção de unidades adicionais da classe "Los Angeles". Quando Ronald Reagan tornou-se presidente em 1980, a construção de submarinos adicionais como parte da "600-ship Navy" significou claramente mais submarinos da classe "Los Angeles". A era dos novos submarinos foi iniciada com o "USS Providence(SSN 719)" e a designação mudou para "Flight II". Os submarinos "Flight II" tiveram uma série de aperfeiçoamentos, particularmente no que se refere ao armazenamento de armamento. Um dos problemas dos SSN norte-americanos eram o limitado número de armamentos(cerca de vinte e quatro) que podiam ser armazenados em seus compartimentos de torpedos. O adven-

to do "Harpoon" e da nova família de mísseis de cruzeiro "UGM-109 Tomahawk"(versões anti-navio e ataque à terra) criou dificuldades de armazenamento. A solução foi a adição de doze "Vertical Launch System(VLS)" para os mísseis de cruzeiro "Tomahawk" na seção de vante dos "Los Angeles".



As 12 comportas do "Vertical Launch System" para lançamento dos mísseis de cruzeiro "Tomahawk".

Foram construídos aproximadamente duas dúzias de submarinos "Flight II", e seu poder de fogo ficou comprovado na Operação "Desert Storm" em 1991. Os "Flight II" também foram os primeiros navios equipados com coberturas anecóicas, projetadas para reduzir a eficiência dos sonares ativos oponentes e a irradiação de ruídos próprios.

A evolução final dos submarinos da classe "Los Angeles" foi a versão conhecida como "Improved Los Angeles(688I)". Essa versão juntou as melhorias dos "Flight II" com o novo Sistema de Combate "BSY-1". O "BSY-1" integra os sensores com os armamentos, sobrepondo os problemas associados com o acompanhamento e gerenciamento dos alvos entre os sensores e os operadores de direção de tiro. Em adição, o 688I foi modificado para possibilitar operações sob o gelo, através do aumento da resistência de certas partes do casco, como a vela e os lemes horizontais avante. Finalmente, o projeto básico foi melhorado em suas características relativas ao nível de ruído irradiado, o 688I é cerca de dez vezes mais silencioso que os submarinos "Flight I" básicos.

O 688I é o submarino mais sofisticado que singra os mares hoje em dia, possuidor de uma mistura de mobilidade, armamento e sensores jamais presentes em qualquer submarino.

O SISTEMA DE COMBATE AN/BSY-1

O coração do poder dos 688I é o sistema de combate "BSY-1" (pronunciado "busy one"). Todos os sensores, controle de tiro, sistemas de armas, bem como uma série de novos itens, são agrupados em um sistema controlado por uma bateria de computadores da série "UYK-1", que rodam cerca de 1 milhão de linhas do "ADA Computer Code" (linguagem de programa do Departamento de Defesa). Desenvolvido pela IBM, tendo a Hughes, Raytheon e Rockwell como empresas subcontratadas, o "BSY-1" representa a primeira utilização do que é conhecido como "arquitetura distribuída de processamento". Todos os sistemas e equipamentos são interligados através de um barramento, que serve como um elo de ligação, chamado "DATA-BUS".

O "BSY-1" possui um computador central que gerencia o processamento de outros computadores, os quais processam tarefas específicas como por exemplo, sinais acústicos ou a guagem de mísseis de cruzeiro. Dessa maneira, o sistema distribuído de computadores processa mais rapidamente do que um computador de grande porte seria capaz. A sua arquitetura modular possibilita que o sistema possa operar de forma degradada ou em uma situação de avaria, bem como facilita a realização de atualizações e modernizações.

A maioria das unidades do sistema "BSY-1" estão escondidas no compartimento dos computadores e as suas partes mais visíveis são os consoles existentes no camarim sonar. Nesse compartimento, quatro consoles gerenciam, de forma interligada, os variados sistemas sonar.

O principal sistema sonar do 688I, quase idêntico ao "BQQ-5D" dos "Los Angeles" antigos, é um agrupamento de diversos sistemas sonar, incluindo:

Arranjo esférico de transdutores: Localizado na proa. A esfera possui cerca de 4 metros de diâmetro, opera nos modos passivo (escuta) e ativo (ecotelemetria), e é o mais poderoso de todos os sonares ativos (cerca de 75.000 watts de potência irradiada).

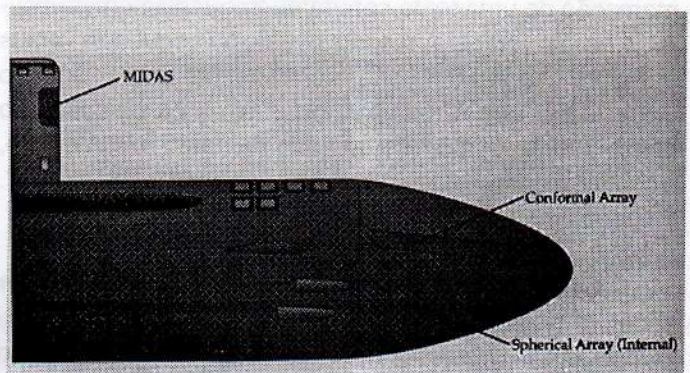
Arranjo de hidrofones de baixa frequência: Montado ao redor na proa.

Arranjo de transdutores de alta-frequência: É uma atualização do arranjo esférico, permite a geração de formas de ondas mais sofisticadas, tornando os modos ativos do BSY-1 mais efetivos e incorpora a capacidade de detecção sob o gelo e de minas.

TB-16D: "Towed Array" básico, que é lançado por um tubo localizado no casco resistente à boreste. É um sistema passivo, projetado para prover a detecção de baixas frequências à médias distâncias. Ele é armazenado em um grande sarilho na proa e lançado para fora do submarino por um tubo localizado no estabilizador horizontal de boreste. Possui um cabo com 2600 pés de comprimento e 89 mm de diâmetro, sendo que os hidrofones estão localizados nos últimos 240 pés do arranjo.

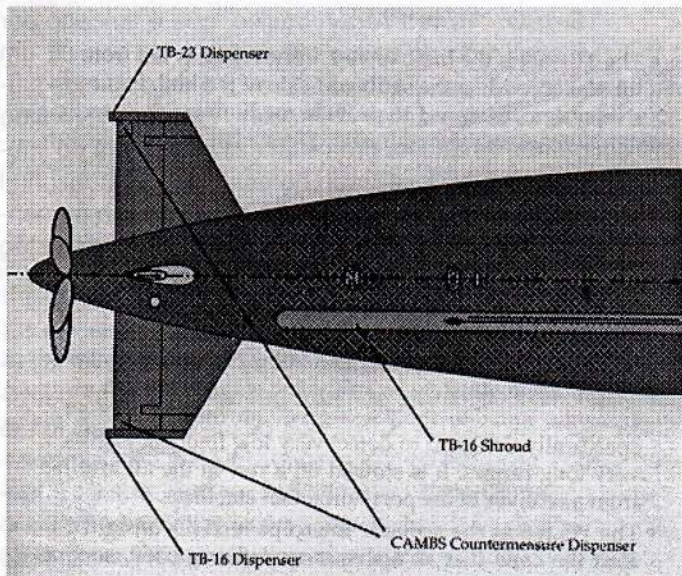
TB-23: É o novo "Towed Array" associado ao sistema "BSY-1". Possui um diâmetro pequeno (28 mm), permitindo que o arranjo de hidrofones possa estar mais longe dos ruídos próprios do submarino. O TB-23 foi especialmente projetado para detectar baixas frequências à longas distâncias. O arranjo está armazenado em um sarilho localizado na popa e é lançado através de um tubo situado no estabilizador horizontal de bombordo.

O WLR-9: É um receptor acústico de interceptação projetado para alarmar quando da presença de emissões sonar ativas de outros navios, aeronaves e torpedos.



Localização dos arranjos sonar da proa

Estão associados aos sistemas acima, uma série de processadores de sinais e outros equipamentos, que extraem e processam os sinais acústicos incidentes e apresentam as informações de interesse nos variados consoles sonar. Os quatro consoles sonar do "BSY-1" são configurados de forma a ter três consoles com elementos particulares do BQQ-5D enquanto o quarto console é utilizado pelo supervisor sonar de serviço. Existe ainda um analisador de espectro sonar na seção de vante do compartimento. Cada console possui um par de "displays" multi-tarefas, que podem ser rapidamente configurados pelo operador para um sonar em particular e o modo de operação de interesse.



Arranjos sonar rebocados.

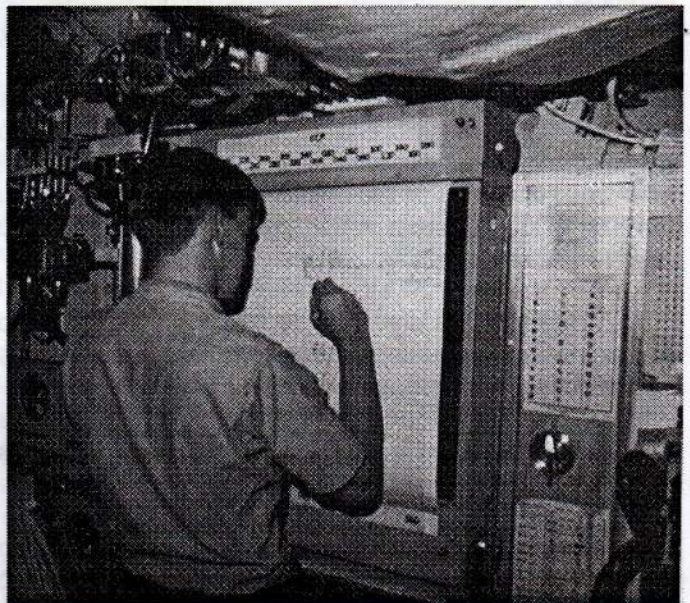
O que o operador sonar atualmente observa é um display chamado de "waterfall". Esta apresentação é parecida com uma televisão de tela verde cheia de "neve" ou melhor ruídos. A seção superior do "display" apresenta a marcação de uma fonte sonora ou frequência em particular. A escala vertical apresenta o ruído ou frequência versus o tempo. O operador sonar normalmente está buscando um contato, que é reconhecido através da comparação com o padrão randômico do ruído de fundo. Usualmente, o contato é apresentado como uma linha sólida no "display". É assim que a caçada começa.

O operador sonar reporta o contato ao supervisor sonar de serviço e é iniciado o processo de classificação e identificação. O supervisor informa a obtenção do novo contato ao "officer of the deck" (oficial de periscópio), que passa a ser chamado como "Sierra Ten", por exemplo. As convenções para a designação de contatos são:

- Sierra – contato sonar
- Victor – contato visual
- Romeo – contato radar
- Mike – contato oriundo de mais de um sensor

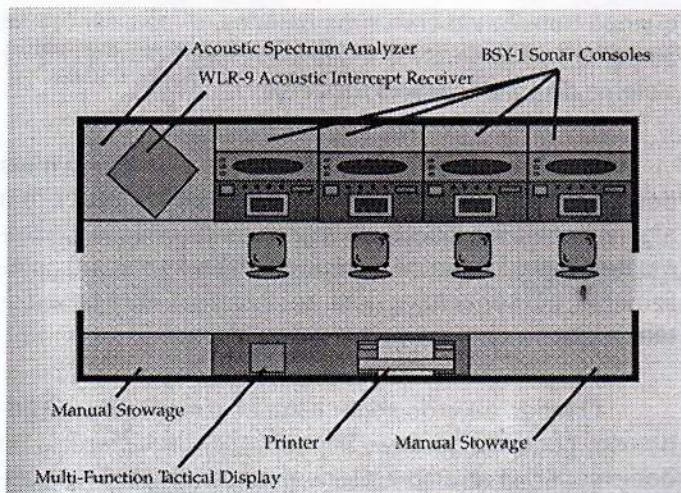
A paciência e concentração são importantes durante o processo da classificação, em que os operadores sonar misturam arte com ciência. A despeito do que já foi escrito anteriormente, não existe nenhum recurso computadorizado de classificação automática.

Algumas vezes, uma linha de frequência é característica de uma classe específica de navio ou submarino. Em outras ocasiões, o esforço de classificação necessita que o operador sonar realize uma escuta, utilizando os fones de ouvido, para tentar saber qual é a origem de um sinal em uma certa marcação. Os operadores sonar podem ouvir sinais tonais para determinar se a fonte é um navio de superfície ou um submarino. Cada um dos diferentes sonares no "BSY-1" tem uma banda de frequência ótima de operação e, se um outro sensor é capaz de obter melhores dados de um sinal em particular, o operador sonar é encorajado a solicitar ao oficial de periscópio uma alteração de rumo para aumentar a capacidade desse outro sensor em detectar o sinal em questão. Durante esse período, os operadores sonar são os olhos e ouvidos do submarino, e cada membro da tripulação sabe que sua segurança depende da qualidade do trabalho desses homens.



A "Plotagem de Avaliação de Contatos" automática.

O supervisor sonar informa ao oficial de periscópio sua melhor estimativa do que é e onde está a fonte sonora detectada e, se pode ser uma ameaça ou não. O oficial de periscópio determina à equipe de direção de tiro que inicie o processo de localização e acompanhamento. Este processo é conduzido utilizando uma mesa de plotagem manual e um dos consoles de direção de tiro. A transferência de dados entre os sonares e o console de controle de direção de tiro é realizada automaticamente através da rede do "BSY-1". Nesse ponto a equipe de acompanhamento inicia o processo conhecido como "Análise do Movimento do Alvo (AMA)". A "AMA" fornece o rumo, velocidade e uma distância confiável para a equipe de direção de tiro.



Camarim Sonar

Este processo leva algum tempo, algumas vezes, muito tempo. O submarino deve permanecer discreto enquanto se obtém as informações necessárias para lançar um torpedo no alvo. A maioria dos dados do processo da "AMA" tem origem na análise da reite de marcações, que é a variação de marcação no tempo. Enquanto o "BSY-1" auxilia a equipe de direção de tiro nesse trabalho, uma equipe de plotagem manual, que conta com um computador Hewlett-Packard 9020, trabalha paralelamente em sua própria análise do movimento do alvo. Este pequeno computador, ao realizar cálculos complexos, auxilia a equipe de plotagem manual a gerar soluções de distâncias instantâneas do alvo. As soluções tanto manuais como automáticas são constantemente verificadas e comparadas. Provavelmente durante um processo de "AMA", o submarino terá que manobrar em "zig-zag" para auxiliar a obtenção de uma melhor reite de marcações e distância para o processo de "AMA".



Camarim Sonar


A análise de movimento do alvo continua até que o comandante do submarino esteja satisfeito com a solução da equipe de ataque. Considerando que a intenção seja de atacar o alvo, o operador de direção de tiro inicia o processo inserindo as setagens necessárias na arma selecionada para o ataque. O processo pode ser realizado inteiramente pelo "BSY-1", se a arma selecionada for um torpedo Mk 48, um "Harpoon" ou um "Tomahawk antiship missile(TASM)". O "Tomahawk land attack missile(TLAM)" necessita ser programado no console do "Command and Control System(CCS-2)".



Um marinheiro trabalhando em uma das mesas de plotagem

Por exemplo, se a arma escolhida para lançamento for um míssil anti-navio, o operador deve ter uma estimativa confiável de rumo, velocidade e distância do alvo. Também é muito importante saber se existe qualquer tráfego marítimo neutro na área. O operador programa a derrota do míssil do submarino até o alvo, bem como os pontos intermediários("waypoints") da derrota, que podem ser necessários para evitar tráfego marítimo neutro. Em adição, o operador deve programar o padrão de busca para otimizar a captura do alvo pelo míssil. A "missão" pode ser armazenada em vários mísseis.

O processo do lançamento de torpedos é mais dinâmico que o de mísseis. Primeiro, o operador de direção de tiro desenvolve a solução em um processo chamado de "stacking the dots". O "display" onde isso é realizado apresenta a marcação do alvo versus tempo, similar as apresentações nos consoles do sonar. As marcações do alvo são representadas no "display" por uma série de mar-



cas ao longo da escala de tempo. O operador melhora a solução, através do ajuste do rumo, velocidade e distância do alvo. O momento do disparo é atingido após alguns minutos e possivelmente um par de manobras, realizadas para verificar a precisão da solução.

À despeito do que os jogos de computador nos façam acreditar, não existe nenhum "joystick" que auxilie os operadores de direção de tiro a guiar o torpedo até o alvo. Em vez disso, os operadores alteram uma série de setagens do torpedo. O "BSY-1" possui vários modos de operação, incluindo o modo "snapshot", utilizado em situações táticas que requeiram reações rápidas. Assumindo que o operador tenha que lançar um par de torpedos Mk 48 ADCAP em um alvo submarino utilizando o método "snap-shot", basta ele selecionar o alvo desejado, permitindo assim que o "BSY-1" transfira as setagens para o torpedo.

A qualquer momento o operador pode sobrepor ou alterar as setagens de acordo com a situação tática. Por exemplo, o "ADCAP" possui recursos que evitam o ataque do torpedo ao submarino lançador, bem como a programação de zonas de busca.

Uma das características mais interessantes da combinação do "BSY-1/ADCAP" é que o operador pode "navegar" os torpedos até o alvo e utilizar o próprio sensor do torpedo para refinar a solução de tiro. Isso é feito por um cabo de guiagem que liga o torpedo ao tubo de torpedo. Isso significa que se o operador observar qualquer alteração do quadro tático não condizente com as suas expectativas, ele poderá alterar rapidamente as setagens do torpedo através do menu principal.

Quando os "ADCAPs" finalmente adquirem o alvo, o processo torna-se totalmente automático. A intervenção do operador só é necessária em caso de alguma avaria no torpedo. A lógica dos sistemas de guiagem dos "ADCAPs" é muito boa, mas se acontecer alguma coisa errada, o operadores estão prontos a intervir e assumir o controle da arma.

Uma coisa que ainda não foi mencionada é porque um "Los Angeles" possui sonar ativo, quando todo o trabalho de detecção pode ser feita pela escuta passiva. A simples verdade é que a operação do sonar ativo pode alertar um inimigo em potencial da sua presença. Os últimos submarinos nucleares construídos pela ex-União Soviética/Comunidade dos Estados Independentes são tão silenciosos quanto os "Los Angeles Flight I". Isso implica que, detectá-los passivamente é uma tarefa extremamente difícil. E, a atual geração de submarinos convencionais,

quando transitando com suas baterias, é mais silenciosa ainda, tornando-se alvos muito silenciosos para qualquer sistema de sonar passivo existente.

A utilização do sonar ativo pode sobrepor alguns desses problemas à distâncias relativamente curtas e tem alguns benefícios táticos em algumas situações, especialmente na verificação de distâncias antes do disparo. Infelizmente, um sonar ativo pode ser interceptado a uma distância cinco vezes maior que o seu alcance.

O modo ativo do sonar esférico é incrivelmente poderoso, podendo gerar bolhas ao redor da superfície do domo sonar. O arranjo esférico fornece marcações e distâncias bastantes precisas, provendo um excelente auxílio no processo de obtenção da solução de tiro. Em adição, o sonar ativo tem a capacidade de concentrar a emissão em determinados feixes ao invés de irradiar em todas as direções. Isso significa que somente o alvo saberá que está sendo "pingado", enquanto os outros submarinos na área não. O emprego do sonar ativo pode ser uma boa ferramenta nos engajamentos à curta distância entre submarinos silenciosos.

TORPEDOS

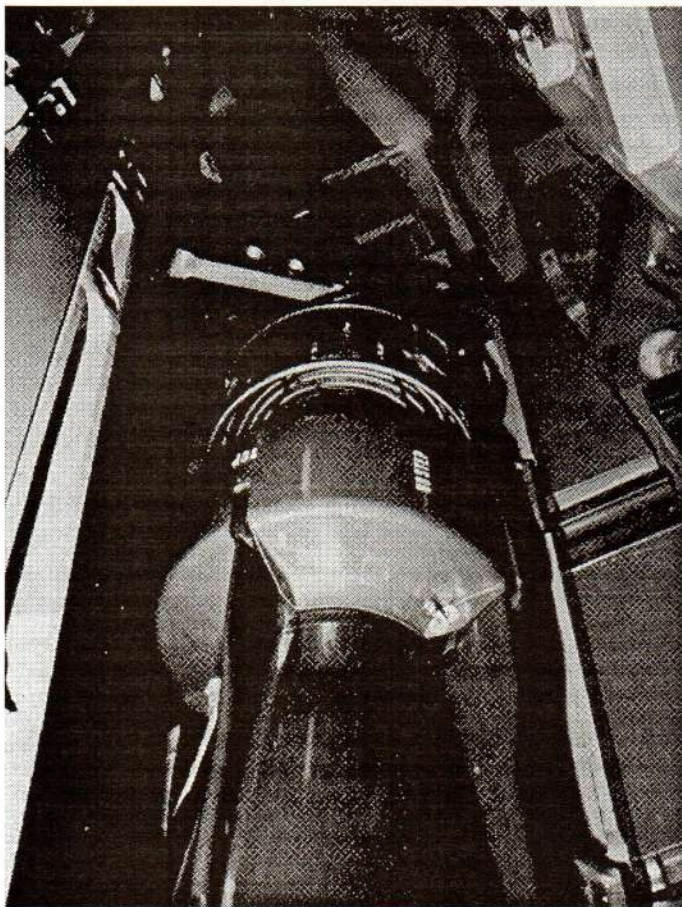
O torpedo é a arma tradicional do submarino, e os torpedos que equipam os SSNs norte-americanos são realmente respeitáveis. Por alguns anos, o torpedo padrão dos submarinos norte-americanos tem sido o "Mark(Mk) 48". Sua primeira aparição foi em 1971, e a partir daí sofreu uma série de diferentes modernizações, culminando na versão "Modification(Mod.) 4" em 1985. Essa versão, projetada como uma atualização intermediária para uma versão posterior mais sofisticada, permitia maiores velocidades e profundidades necessárias para se contrapor aos novos submarinos soviéticos da época.

A mais recente versão é conhecida como "Mk 48 Advanced Capability(ADCAP) torpedo". Fabricado pela Hughes, o "ADCAP" adicionou ao pacote básico do Mk 48, os seguintes incrementos:

- Um tanque de combustível maior, fornecendo um aumento de 50% do alcance (cerca de 50000 jardas) e uma velocidade de 60+ nós.
- Um novo módulo de transferência de dados, que armazena 10 milhas de cabo de guiagem na cauda do torpedo e mais 10 milhas dentro do "dispenser" do tubo de torpedo.

– Um novo sistema de “homing” que utiliza feixes sonar orientados eletronicamente para guiar o torpedo até o alvo. As versões anteriores do Mk 48 (como o Mod. 4) costumavam utilizar a busca sinuosa para aumentar a eficiência do “homing”. O novo “homing” permite que o torpedo “escute” um hemisfério de 180° avante da cabeça do torpedo. O computador que controla todo o sistema foi projetado para fazer do “ADCAP” o torpedo mais “esperto” do mundo

Com o “ADCAP”, a Força de Submarinos norte-americana passou a ter o melhor torpedo do mundo. Não somente devido a ser o mais rápido, manobrável e profundo, mas também com a maior carga explosiva (295 Kg do explosivo PBXN-103), que é acionada por uma espoleta eletromagnética, permitindo que a arma seja detonada precisamente onde causa maior dano. O “ADCAP” possui mais cérebro que qualquer outro torpedo, e com a surpreendente habilidade de contrapor contramedidas e dispositivos de bloqueio, bem como a capacidade de enviar dados do “homing” de volta para o sistema “BSY-1”. Essa capa-

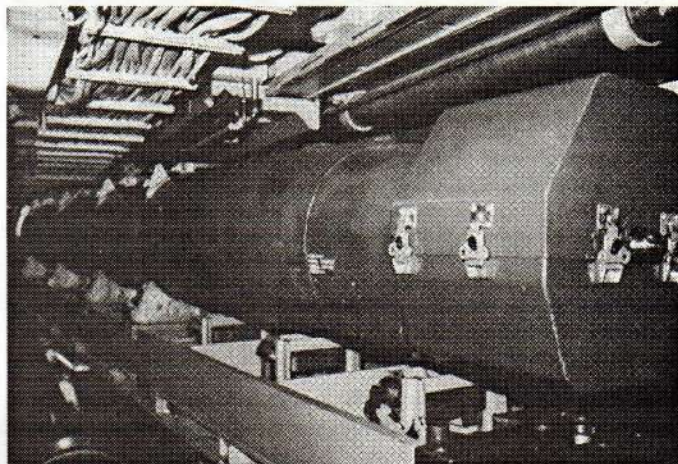


Secção de ré do Torpedo Mk 48 ADCAP, mostrando o propulsor “pumpjet” (dentro da cobertura) e o “dispenser” do cabo de guiagem.

cidade permite que os operadores do “BSY-1” utilizem o “ADCAP” como sensor externo.

MÍSSEIS

Pode parecer estranho, mas os submarinos nucleares da “U.S Navy” operaram por mais de 20 anos sem uma arma dedicada exclusivamente ao ataque a navios de superfície. Em parte, a razão reside no fato de que a força de SSNs dos anos 60 e 70 era profundamente orientada para a guerra anti-submarino. Também, por muito tempo os alvos considerados prioritários, os navios de superfície soviéticos, não tinham armas de longo alcance que podiam atacar um submarino enquanto estivesse submerso. Mas a entrada em operação de helicópteros navais soviéticos armados com mísseis anti-submarinos SS-N-14 Silex, tornou clara a necessidade de uma arma que permitisse um ataque à distâncias superiores a que um torpedo podia permitir. A nova arma deveria ser lançada do tubo de torpedos e armazenada de forma a não necessitar manutenção e com apoio mínimo.



Parte de ré de um míssil anti-navio R/UGM- 84D Harpoon

A arma produzida foi o “McDonnell Douglas A/R/UGM-84 Harpoon”. Esse míssil, que pode ser lançado por navios, submarinos e aeronaves, foi desenvolvido originalmente para permitir que uma aeronave de patrulha marítima atacasse submarinos soviéticos em trânsito na superfície. Foi empregada pela primeira vez em 1977 e, tem aproximadamente 5,2 metros de comprimento, pesa cerca de 750 Kg e, transporta 222 Kg de explosivo e utiliza um radar de busca para se orientar em direção ao alvo. É armazenado dentro de uma cápsula, sendo lançado por um tubo de torpedo normal. Após o lançamento, a cápsula ascende à superfície quando então seu nariz é ejetado e o míssil é lançado ao ar por um pequeno foguete (“booster”). Uma vez no ar, o “booster” se separa permitindo a ignição do “turbojet” do míssil. O míssil desce para a altura de 100



pés acima da superfície e transita em direção ao alvo com uma velocidade de 550 nós. O "Harpoon" pode ser lançado em uma variedade de modos. Um desses modos é o conhecido como "lançamento somente por marcação", em que somente a marcação do alvo é conhecida, também existem outros modos como o de "lançamento por marcação e distância". A escolha do modo vai depender da distância do alvo e da quantidade de tráfego marítimo neutro na área e se necessário, podem ser programadas uma série de pernadas no "Harpoon's Midcourse Guidance Unit(MGU)", que utiliza um pequeno sistema de navegação inercial para manter o míssil no rumo.



Um míssil anti-navio Harpoon deixando a água.

Quando o míssil atinge a área do alvo, seu sensor entra em funcionamento e inicia a busca em uma área semelhante a uma fatia de torta. Se o sensor do míssil adquirir um alvo, o computador de bordo inicia um rápido teste para verificar se o alvo detectado não é falso (uma baleia ou uma onda, por exemplo), e o míssil procede para a fase final de ataque. O míssil desce para uma altura que varia entre 5 a 20 pés (dependendo da altura das ondas) e se dirige para o alvo.

A corrida final do míssil pode ser programada para otimizar os danos causados pela detonação, porém, em qualquer das opções disponíveis, a carga explosiva será suficiente para danificar seriamente qualquer tipo de navio até o tamanho de um cruzador. Em adição, o combustível restante do míssil aumentará a capacidade letal do "Harpoon". Um fato pouco conhecido, é que a cabeça de combate do míssil "Exocet", que afundou o "HMS Sheffield" em 1982, falhou em detonar, mas o combustível residual do míssil causou uma quantidade de fogo suficiente para danificar seriamente o navio.

A última versão do "Harpoon" à bordo dos "Los Angeles" é o UGM-84D, que possui maior capacidade de combustível, ocasionando um alcance de 150 milhas náuticas. Atualmente, cerca de 18 países utilizam o "Harpoon", um dos mísseis de maior sucesso da "U.S Navy".

Depois do "ADCAP", nenhuma arma tem feito o "Los Angeles" tão mortal e eficiente como o míssil de cruzeiro "UGM-109 Tomahawk". O "Tomahawk" foi a escapatória encontrada após a assinatura em 1972 do tratado de limitação de armas estratégicas SALT 1. Enquanto a origem exata do programa de mísseis de cruzeiro ainda é debatida, geralmente é assumido que Henry Kissinger, então Assessor de Segurança Nacional, incentivou o Departamento de Defesa a procurar por novas classes de armas nucleares que não tinham sido consideradas durante as negociações da "SALT 1". Após alguns estudos, os analistas de sistemas do Departamento de Defesa vislumbraram como conclusão, que mísseis de cruzeiro poderiam ser excelentes armas para driblar os termos do Tratado SALT 1. Eles poderiam ser lançados de veículos terrestres, aeronaves, navios e submarinos e seriam extremamente precisos e difíceis de serem detectados e interceptados.

Como resultado desses estudos, um projeto combinado foi iniciado pela "U.S Navy" e "U.S Air Force". O modelo vencedor para a "U.S Navy" foi o modelo "B/UGM-109" desenvolvido pela "General Dynamics". A "McDonnell Douglas" foi a segunda contratada para o míssil chamado de "Tomahawk".

A versão nuclear básica do "Tomahawk" de ataque ao solo, conhecida como "B/UGM-109A" (também chamada de "TLAM-N"), é lançada ao ar por um pequeno foguete "booster". Uma vez no ar, a propulsão passa a ser originada em uma pequena turbina à jato, que fornece ao míssil uma velocidade de 500 nós. Um radar altímetro, que envia informações para a unidade de guiagem ("MGU"), mantém o míssil voando em baixa altitude (sobre o mar ou sobre terra). O rumo é mantido através de um sofisticado sistema de navegação inercial da "MGU". Quando voando sobre terra, a "MGU" é atualizada por dados de posição oriundos de um sistema chamado como "Terrain Contour Matching (Tercom)", que compara o solo abaixo do míssil com dados tridimensionais armazenados na memória da "MGU". As atualizações periódicas do "Tercom" permitem que um "TLAM-N", carregando uma cabeça nuclear de 200-Kiloton W-8, acerte o meio de um gol de futebol após um voo de 1300 milhas náuticas.

Enquanto a versão nuclear do "Tomahawk" estava sendo desenvolvida, ocorreu um certo apelo de que o mís-

sil poderia ter outras aplicações, tendo início então, a família de "Tomahawks" convencionais. O primeiro desses mísseis foi o "B/UGM-109B Tomahawk Anti-Ship Missile(TASM)", em que a "MGU" do "TLAM-N" foi substituída pelos, radar e "MGU" modificados do míssil anti-navio "A/R/UGM-84 Harpoon". Em adição, a cabeça nuclear foi substituída por uma cabeça de 455 Kg de explosivos.

A idéia era prover, de forma real, as unidades da "U.S Navy" com um míssil anti-navio de longo alcance(250 mn/410 Km). Um problema a sobrepor era que o vôo do "TASM" até a área do alvo poderia levar até 30 minutos e, durante esse tempo, um navio de guerra rápido poderia transitar cerca de 15 ou 20 milhas náuticas. Essa dificuldade foi sobreposta através da implementação de uma série de padrões de busca no "software" de lançamento e controle. Esses padrões de busca compreendem uma série de "quadrados crescentes" projetados para permitir que o "TASM" desenvolva uma busca completa em uma zona de incerteza do alvo. Em adição, o "TASM" está equipado com um sistema passivo de MAGE(Medidas de Apoio a Guerra Eletrônica) chamado de PI/DF("Passive Identification/Passive Direction Finding"), que foi projetado para orientar o TASM contra grandes navios de superfície, provavelmente em direção a seus radares de busca aérea.

A série "Tomahawk Land Attack Missile-Conventional(TLAM-C)" foi a grande família de mísseis que se seguiu ao programa original. A série possui o sistema básico de guiagem do "TLAM-N" adicionada a cabeça explosiva do "TASM", e o novo sistema de guiagem "Digital Scene Matching(DSMAC)". Seu alcance é de 700 mn/1150 Km e utiliza o sistema básico "Tercom" quando nas vizinhanças do alvo. O "DSMAC" é um sistema eletro-ótico que compara a imagem oriunda de uma pequena televi-

são localizada no nariz do "TLAM-C" com a armazenada na memória do sistema. O sistema pode ser utilizado à noite ao se utilizar um farol para iluminar o alvo na aproximação final. O "TLAM-C", chamado de "B/UGM-109C", foi o primeiro míssil da série "Tomahawk" a ser utilizado em combate, durante a Guerra do Golfo.

Várias derivações do "TLAM-C" básico, incluindo o "B/UGM-109D", tiveram suas cabeças explosivas modificadas pela inclusão de um reservatório para o explosivo de efeito combinado BLU-97/B. Essa versão de "Tomahawk", conhecida como "TLAM-D", é particularmente efetiva contra veículos, pessoal, alvos leves e aeronaves pousadas. A mais nova versão do "Tomahawk", chamada de "Block III", incorpora uma série de novos dispositivos como, um receptor "Navstar GPS" próprio, uma nova cabeça explosiva e uma maior capacidade de combustível, que permite um alcance de 1000 mn/1640 Km.

Todos as variantes do "Tomahawk" podem ser armazenadas e disparadas por qualquer um dos tubos de torpedos ou do "Vertical Launch System(VLS)" dos classe "Los Angeles". Além dos 12 mísseis nos tubos "VLS", podem ser armazenados mais mísseis no compartimento de torpedos. Isso torna o "Tomahawk" o sistema de ataque mais flexível já empregado pela "U.S Navy", dando uma nova dimensão à Força de Submarinos norte-americana.

Para lançar um "Tomahawk" ou um "Harpoon", o submarino deve estar na cota periscópica desenvolvendo cerca de 3 a 5 nós. O único problema com todos os mísseis é que eles tornam o submarino lançador extremamente vulnerável para ser detectado por aeronaves ou navios de superfície, ou seja, o submarino deve estar completamente seguro que está livre de ameaças antes de lançar um míssil.



MERGULHADOR EM TRABALHO DE SOLDA.



UM ACIDENTE FATAL , MUITA LIÇÃO...

CF NEY ZANELLA DOS SANTOS

No dia 21 de Julho de 1979 , o navio Wildrake (atual NSS Felinto Perry) iniciou um trabalho de montagem de oleodutos no Mar do Norte. Era a primeira viagem após o término de sua construção. O navio foi contratado para tal serviço pela "British National Oil Corporation" , uma empresa estatal Britânica ligada à exploração de petróleo. O referido navio possuía apenas uma tripulação básica para fins de navegação , assim, para atividades de mergulho ,como a faina de oleodutos ,necessitava contratar firmas especializadas. Para essa atividade no Mar do Norte foi contratada a "INFABCO Diving" , empresa essa para a qual trabalhavam "Skip Guiel ,28 anos ,nascido em Springfield ,Massachusetts" e "Richard Walker ,32 anos ,nascido em Santa Barbara ,Califórnia".

O navio trabalhou nos fiordes ,na Noruega, por 10 dias e então foram para o Mar do Norte. Os mergulhadores , 8 no total, iniciaram a saturação no dia 29 de Julho. O navio chegou a área na qual iriam trabalhar no dia 6 de Agosto. Neste mesmo dia , o sino do navio foi arriado, e 2 mergulhadores trabalharam no fundo do mar, mas não puderam fazer muito pois o mar estava agitado e as atividades foram suspensas neste dia.

No dia 7 de Agosto, uma terça-feira, já em saturação há nove dias, foram para o fundo Skip e Richard. Quatro horas antes de entrar no sino, Richard escreveu no seu diário: "Meu Deus, eu quero sair daqui" ,e reclamava do supervisor, dizendo que ele não era bom e que não era confiável. E acrescentou "Eu não acho que sairei vivo daqui". Eles entraram no sino às 23:00 horas do dia 7. O sino foi arriado para filmar a base de uma plataforma. Richard saiu do sino para efetuar a filmagem. Eles estavam a uma profundidade de 520 pés. Até às 2:30 corria tudo bem; até que a manilha que prendia o cabo de aço ao sino partiu-se. O supervisor notou o problema e mandou o Richard retornar ao sino que ficou preso apenas pelo umbilical. Pouco tempo depois o sino perdeu as comunicações com a superfície. O supervisor, Bryan Reid, ficou apavorado, não comunicou o ocorrido a ninguém, e começou a içar o sino pelo umbilical que começou a distender e ficou

emperrado no "carretel". Eram então 3:00 horas quando isto ocorreu, findando por cortar a água quente que mantinha a temperatura do sino. Foi quando o supervisor decidiu comunicar o problema a seus superiores. Foi chamado um outro navio para auxiliar no resgate.

Novamente tentaram içar o sino pelo umbilical mas esta tentativa apenas fazia o sino balançar e bater no fundo do mar. Os mergulhadores conseguiram fazer contato com a superfície através da fonia submarina e pediram para que arriassem o sino no fundo. Com o mesmo arriado a saída ficou bloqueada, pois a base estava pousada na lama.

Às 3:40 horas chegou ao local o navio "Stena Welder" para ajudar no resgate, porém teriam que se prontificar para assumir o posicionamento dinâmico e para arriar o seu sino. Estando pronto às 6:00 horas, começou a procurar o outro sino no fundo. Cerca de 7:30 horas o sino do Wildrake conseguiu alijar o peso para vir à superfície mas não obteve sucesso. Às 8:00 horas eles foram encontrados pelo sino do Stena Welder. Skip e Richard estavam bem até então.

Pela posição em que o sino se encontrava seria melhor se o Stena Welder içasse-o , pois a posição do navio não dava a verticalidade necessária ao cabo, porém o supervisor não permitiu e fez questão que o próprio Wildrake o fizesse com o seu Big Crane (guincho que levanta até 30 toneladas). Assim, se içaria o sino um pouco inclinado. Eles já estavam no fundo sem água quente por mais de sete horas. Às 10:00 horas foi conectado o cabo do Crane ao sino. Começaram a içá-lo lentamente procurando ter cuidado. O sino correu de lado no fundo e ficou preso na base da plataforma sendo que o operador não percebeu e continuou a içar apenas achando que estava difícil até que o cabo partiu. Isso eram 12:18 horas e então o sino do Stena voltou a procurar o sino novamente , achando-o por cerca de 17:00 horas. Somente às 19:15 horas que outro cabo do Wildrake foi conectado ao sino sendo que desta vez o navio se posicionou melhor para içá-lo na



vertical. Às 19:45 horas o sino chegou a superfície e foi conectado à câmara de saturação, quando entrou um médico e achou ambos mortos.

O Governo Escocês tentou processar a empresa INFABCO em Dezembro de 1980, mas não obteve provas suficientes e o processo foi arquivado. Em Outubro de 1986 a esposa de Richard e a irmã de Skip entraram na justiça mas o caso não foi a julgamento pois foi feito um acordo entre as partes.

Este foi o mais trágico acidente de mergulho saturado de que se tem notícia. Seus ensinamentos revolucionaram os sistemas de lançamento e controle dos mergulhos a grande profundidade, que foram, a partir de então, aperfeiçoados com ênfase especial ao aspecto "segurança".

O antigo Wildrake, atual NSS Felinto Perry, juntamente com os Diving Support Vessels (DSV), que operavam no Mar do Norte, foram adaptados para atender aos novos requisitos impostos pelas sociedades classificadoras.

O mergulhador norte-americano Michael S. Smart está escrevendo um livro (*In the lion's mouth*) sobre o ocorrido, e visitou NSS Felinto Perry em Abril de 96. O Sr. Michael Smart estava operando no Mar do Norte fazendo operações de mergulho saturado a 50 milhas náuticas do ex-Wildrake e acompanhou toda a situação aflitiva que passaram os mergulhadores falecidos naquele acidente. A "causa mortis" foi a baixa temperatura no interior do sino, causada pela avaria no umbilical que interrompeu o sistema de circulação de água quente.

A supervisão de uma tarefa de grande risco estava a cargo de um empresário que visava preservar seu empreendimento. Atualmente a supervisão dos mergulhos saturados está a cargo de mergulhadores experientes preparados para este trabalho e integrantes da mesma equipe.

O aprimoramento das condições de operação do sino propiciou inúmeras opções de sua recuperação frente a qualquer problema que possa ocorrer pelas condições adversas de trabalho. A confiança dos mergulhadores cresceu com esses melhoramentos e os resultados dos trabalhos bem demonstra essa evolução.



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 Átila 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.: _____



"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 incentivo 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

CONCURSO de FOTOGRAFIAS

"O PERISCÓPIO"



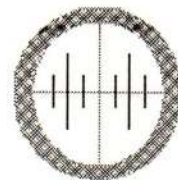
.....

**PARTICIPE E TENHA A SUA
FOTO NA CAPA DE EDIÇÃO DE 1997
DA REVISTA "O PERISCÓPIO"**



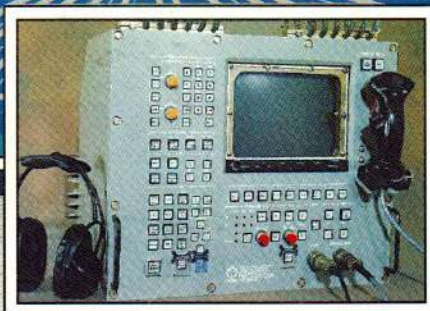
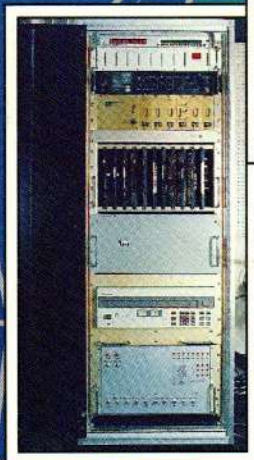
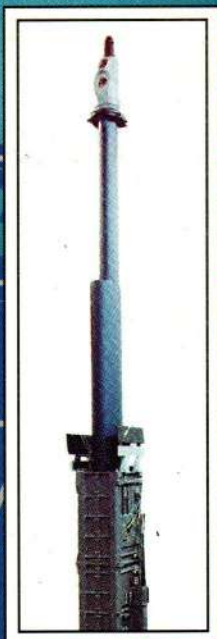
INSTRUÇÕES

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.



CONSTRUINDO O FUTURO

O MASTRO OPTRÔNICO MODELO 86 - COMPROVADO E OPERACIONAL



Para atender às restrições de espaço e projeto de um submarino moderno, Kollmorgen desenvolveu a série de Mastros Optrônicos Modelo 86. Esta é a primeira série de mastros não penetrantes, com sensores de imagem para os espectros visível e infravermelho, instalados num único mastro. As características que anteriormente requeriam um periscópio ótico penetrante podem ser agora supridas pelo mastro Kollmorgen Modelo 86.

Modelo 86 - Características

- Imagem Térmica, 3 a 5 microns para emprego diurno/noturno.
- Televisão a cores para emprego diurno.
- Estabilização em 2 eixos para eliminar os efeitos dos movimentos do submarino e das vibrações do mastro.
- Mastro modular.
- Modulo dos sensores : rotativo.
- Controle do mastro manual ou automático, com modo "Visada Rápida".
- Console dos controles com monitor.

Modelo 86 - Opções

- Camera de TV monocromática, com ou sem intensificação de imagem.
- Imagem Térmica, 8 a 12 microns.
- Alarme ESM oni-direcional
- Antena GPS / VPA.
- Telêmetro Laser / Vídeo.
- Rastreamento automático (Vídeo Tracking).
- Interfaces para consoles standard ou multifunção

347 King St - Northhampton, MA 01060

KOLLMORGEN
Electro-Optical

Tel.: (413) 586 - 2330 Fax.: (413) 586-1324

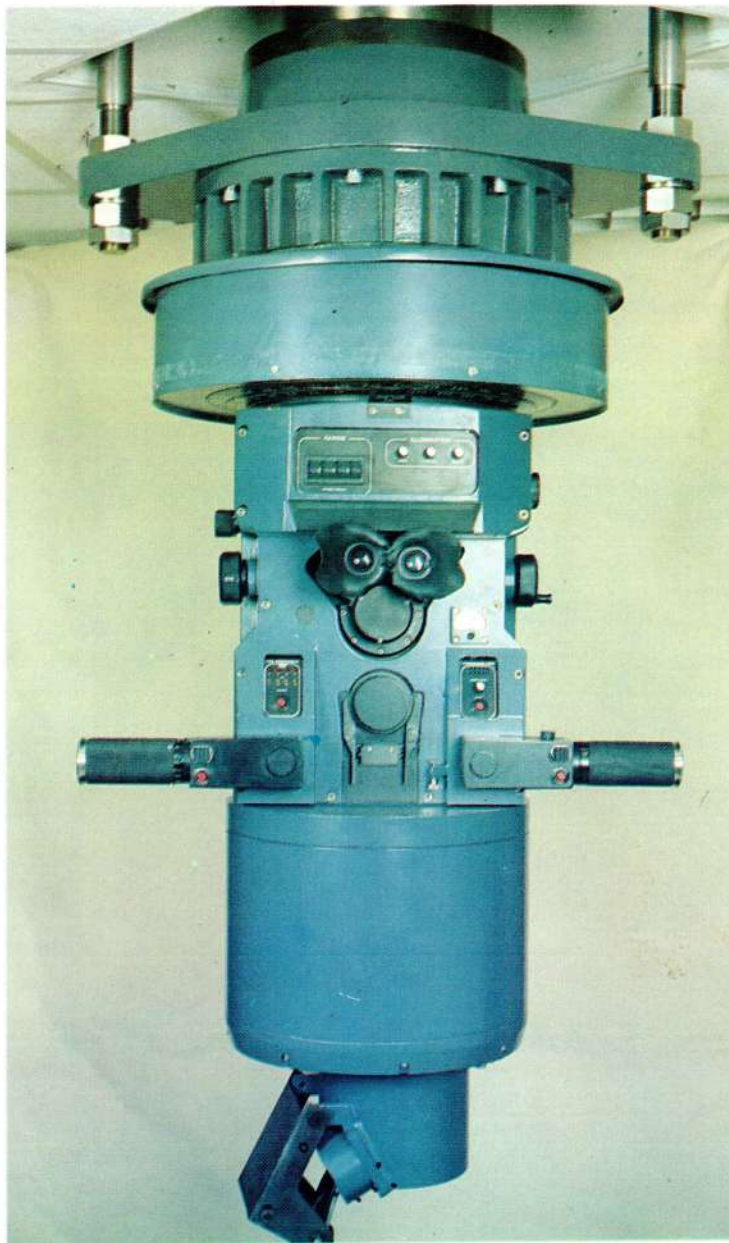
Representante no Brasil - O Periscópio Ltda.
Tel.: (021) 224-2501 Fax: (021) 242-9727

PERISCÓPIO RÉPLICA

Um moderno Simulador de Periscópios é um sistema projetado para gerar imagens texturizadas em tempo real, emular todas as funções básicas e reproduzir com precisão a geometria de um periscópio de submarino. É empregado na realização de treinamento realístico de procedimentos e de exercícios táticos, simulando as operações de um periscópio de bordo, e consiste basicamente de um conjunto eletro-óptico (Periscópio Réplica) e de um Gerador de Imagens (estação gráfica).

Esta empresa desenvolveu para a Marinha do Brasil um Periscópio Réplica, configurado como periscópio de ataque Kollmorgen Modelo 76, o qual se encontra em operação no Centro de Instrução e Adestramento Almirante Átila Monteiro Aché - CIAMA.

Outras configurações baseadas em diferentes tipos ou modelos poderão ser produzidas conforme solicitação.



Principais Funções

- Detecção, reconhecimento e identificação de alvos
- Avaliação de ângulo de proa
- Determinação de marcação e distância do alvo
- Transmissão de dados para direção de tiro em tempo real
- Observação e reconhecimento de costa
- Alarme de detecção CME
- Perifotos

Características

- Binocular
- Aumentos 1,5X / 6X
- Acoplamento para camera de 35mm
- Elevação da linha de visada de -10° a $+74^{\circ}$
- Estadimetria eletrônica
- Leitura digital de M & D no campo da ocular
- Microfone
- Foco elétrico
- Slip Ring
- Escalas de marcação verdadeira / relativa

O PERISCÓPIO ÓTICA E MECÂNICA LTDA
RUA BUENOS AIRES, 168 - 3º ANDAR - CENTRO - RIO DE JANEIRO - BRASIL
20070-020 TEL.: (021) 224-2501 FAX.: (0211) 242-9727